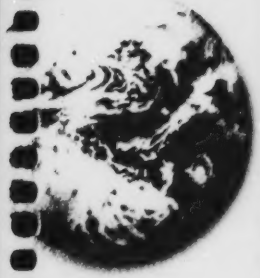
Environment Canada Environnement Canada



Canada

102-04724/

Centre de technologie environnementale
Rapport biennial 1998/2000

1er avril 1998 au 31 mars 2000

RAPPORT NO. DO 1-2000

Avis au lecteur

Des remerciements particuliers s'adressent à la coordonnatrice du rapport Francine Payne, aux rédacteurs et aux correcteurs Mme Cindy Burton, MM. Paul Brunet, Mike Bumbaco, Dominic Cianciarelli, Fred Hendren, Brian Mansfield, Richard Scroggins et les Drs Jacqueline Bélanger, Carl Brown, Merv Fingas, Don MacGregor, Jocelyn Paré et David Thornton, la rédactrice en chef Jennifer Charles.

Les aspects techniques de ce rapport n'ont pas été revus en détail par le Service de la protection de l'environnement. Le contenu ne reflète pas nécessairement les opinions et les politiques d'Environnement Canada. La mention de marques de produits commerciaux ne constitue pas une promotion de leur utilisation.

Prière d'adresser les observations sur le contenu de ce rapport ou les demandes d'exemplaires supplémentaires au :

Bureau du Directeur
Centre de technologie environnementale
Direction pour l'avancement des technologies environnementales
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
3439, River Road South
Ottawa (Ontario) K1A 0H3

Téléphone : (613) 991-5633
Télécopieur : (613) 998-1365
Courriel : payne.francine@etc.ec.gc.ca
Page Web : www.etcentre.org

For an English copy of this report, please contact :

Office of the Director
Environmental Technology Centre
Environmental Technology Advancement Directorate
Environmental Protection Service
Environment Canada
3439 River Road South
Ottawa, Ontario K1A 0H3

Message du directeur

Depuis le milieu des années 1970, le Centre de technologie environnementale (CTE) s'est appliqué à faire progresser la science et à utiliser la technologie pour protéger l'environnement. Une grande partie de la R-D et du soutien scientifique spécialisé sont entrepris grâce à des ententes de collaboration avec les secteurs privé, public et universitaire.

Près de 170 personnes travaillent au Centre, dont plus de 90 membres du personnel, environ 70 entrepreneurs et une dizaine de chercheurs associés, boursiers postdoctorants ou étudiants. Dans une année typique, le budget de base des travaux scientifiques reçu du Ministère se situe entre 6 et 7 M$, auxquels s'ajoutent 5 à 7 M$ provenant d'ententes de projets conjoints, des revenus de la propriété intellectuelle ou d'autres moyens de financement. Enfin, le Centre est redevable à des collaborateurs de 10 à 15 M$, à la faveur de prestations de travail partagé ou en nature.

Le Centre fournit des services de soutien scientifique et de R-D aux programmes d'Environnement Canada et il se spécialise dans :

- les technologies de mesure des polluants de l'air ambiant et des polluants rejetés par les sources mobiles et fixes ;
- l'analyse d'une grande diversité de composés organiques et inorganiques dans toutes sortes d'échantillons ;
- l'évaluation et le nettoyage des lieux contaminés ;
- la prévention et l'intervention face aux urgences environnementales comme les déversements de pétrole et de produits chimiques ; et
- la mise au point et l'évaluation de technologies écologiques.

Nos transferts de R-D et de technologie se font souvent avec des partenaires internationaux. Mes collègues et moi accueillons chaque année des centaines de visiteurs du monde entier et offrons directement aux décideurs et gestionnaires de R-D de la planète des occasions de transfert et de commercialisation de la R-D et de la technologie canadiennes.

Les techniques novatrices d'extraction chimique inventées par nos chercheurs ont profité à l'environnement. Dans les laboratoires, elles ont rapidement réduit la consommation d'énergie et de solvants, le temps de traitement et la production de déchets, tout en augmentant les rendements et la pureté de l'extraction.

Le présent rapport biennal expose la raison d'être et les résultats des grands travaux du CTE réalisés entre le 1er avril 1998 et le 31 mars 2000. La mission et les rôles du centre sont décrits à l'annexe A et une liste des brevets est fournie à l'annexe B. Les rapports et articles scientifiques présentés ou publiés pendant la période de ce rapport sont énumérés aux annexes C à F.

Pour conclure, j'ajouterai que nous tous, du CTE, poursuivons notre mandat avec énergie et dévouement. Nous partageons un sens aigu des responsabilités afin de préserver un avenir meilleur pour les générations à venir et nous allons continuer d'orienter nos efforts vers ce but. Nous nous engageons à collaborer à faire progresser la science et à utiliser la technologie pour protéger la riche diversité et la beauté saisissante de notre environnement.

David E. Thornton

Table des matières

Message du directeur iii

1. Organigramme et mandat des divisions 1
- 1.1 Le Centre de technologie environnementale 1
- 1.2 La Division de l'analyse et de la qualité de l'air (DAQA) 2
- 1.3 La Division de la recherche et de la mesure des émissions (DRME) 3
- 1.4 La Division de la science des urgences (DSU) 3
- 1.5 Le Bureau des technologies du génie des urgences (BTGU) 4
- 1.6 La Division des programmes spéciaux (DPS) 5
- 1.7 La Division des procédés assistés par micro-ondes (DPAM) 6

2. Surveillance de l'air ambiant et RNSPA 9
- 2.1 Le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) 9
- 2.2 Soutien au Plan de gestion du smog (NO_x/COV) 10
- 2.3 Programme de surveillance des particules 11
- 2.4 Recherche sur les applications de la chromatographie par échange d'ions et électrophorèse capillaire 13
- 2.5 Surveillance des COV et programme de recherche 13
- 2.6 Programme de surveillance des aromatiques polycycliques, des dioxines et des furannes 15

3. Dosage des toxiques 17
- 3.1 Dosage des aromatiques polycycliques nitrés (APN) dans l'air ambiant 17
- 3.2 Limite de dosage de l'HCB et des dioxines dans les émissions gazeuses et le sol 17
- 3.3 Développement de matériels de référence à la dioxine 18
- 3.4 Caractérisation des particules carbonées 19
- 3.5 Mise au point d'une méthode pour doser l'HCB en solutions de chlorures ferrique et ferreux 19

4. Mesure des émissions de sources 21
- 4.1 Méthodes de référence et méthodes recommandées pour les essais sur les sources 21
- 4.2 Appui aux programmes réglementaires d'Environnement Canada 22
- 4.3 Soutien aux programmes d'inventaire d'Environnement Canada 24
- 4.4 Évaluation des émissions à la source et évaluation de la technique 28
- 4.5 Assurance et maîtrise de la qualité ; soutien technique 31

5. Mesure des émissions de source mobiles 35
- 5.1 Soutien aux programmes de réglementation et d'inventaire 35
- 5.2 Soutien aux technologies plus propres 39

6. Soutien aux interventions en cas de déversement 45
- 6.1 Résumé de l'aide sur place et à distance 45
- 6.2 Déversements et accidents combattus avec l'aide du CTE 46

7. Mesure, comportement et effets des déversements 49
- 7.1 Opérations de télédétection aérienne 49
- 7.2 Fluorodétection laser des hydrocarbures 49

7.3 Capteur aéroporté de l'épaisseur des nappes d'hydrocarbures 50
7.4 Modélisation des déversements 50
7.5 Projets d'analyse des déversements chimiques 50
7.6 Propriétés et analyse des hydrocarbures 51
7.7 Projet de centralisation des connaissances sur le comportement des hydrocarbures déversés 51
7.8 Essais sur les substances déversées et élaboration de méthodes biologiques 52
7.9 Devenir, comportement et effets du pétrole sur l'environnement 52
7.10 Surveillance d'après déversement 53

8. R-D sur les mesures d'intervention contre les déversements 55
8.1 Brûlage in situ 55
8.2 Agents de traitement des nappes 56
8.3 Évaluation des sorbants 56
8.4 Évaluation de barrières et de récupérateurs mécaniques 57
8.5 Élaboration de normes 57

9. Transfert international des technologies canadiennes 59
9.1 Australie 59
9.2 Brésil 59
9.3 Chili 59
9.4 Inde 59
9.5 Hong Kong 59
9.6 Mexique 59
9.7 Pakistan 60
9.8 Pologne 60
9.9 Pays-Bas 60
9.10 États-Unis 60
9.11 Ukraine 60

10. Technologies de décontamination de l'eau 63
10.1 Traitement électrochimique des eaux acides d'exhaure et applicabilité à la dépollution des terrains 63

11. Techniques de décontamination du sol 65
11.1 Dépollution possible des sédiments des étangs bitumineux 65
11.2 Destruction des composés organochlorés dans le sol 65
11.3 Dépollution du sol au moyen d'un bioréacteur en deux phases 65

12. Avancées technoscientifiques 67
12.1 Bonnes pratiques de laboratoire 67
12.2 Élaboration et mise en œuvre de méthodes 68
12.3 Système de management de l'environnement 69
12.4 Assurance et maîtrise de la qualité (AMQ) 71

13. Commercialisation des procédés assistés par micro-ondes et brevetés d'Environnement Canada 73
13.1 Qu'est-ce que les PAM ? 73
13.2 Concessions de licences pour les diverses applications de la technologie 73
13.3 Plus grande visibilité internationale de la technologie 74
13.4 Le Centre d'excellence des PAM 74

14. Mise au point de méthodes et d'appareils d'analyse assistée par les micro-ondes 77
14.1 Méthodes officielles assistées par les micro-ondes 77
14.2 Techniques assistées par les micro-ondes pour mesurer la qualité de l'eau 78
14.3 Décontamination du sol au moyen des PAM 78
14.4 Accroissement de l'efficacité de l'extraction industrielle par les PAM à l'aide de CO_2 liquide ou supercritique 79
14.5 Équipement de laboratoire pour l'extraction assistée par les micro-ondes 79

15. Développement d'applications industrielles des PAM 81
15.1 Conception, construction, modifications et essai d'un PAM en unité pilote 81
15.2 Conception et construction d'une unité réduite de PAM 81
15.3 Développement et essais des produits industriels issus des PAM 82

16. Les PAM, technique écologique 83
16.1 Les PAM et les émissions de gaz à effet de serre 83
16.2 Les PAM et le Fonds d'action contre le changement climatique (FACC) 83
16.3 Collaborations favorisant les PAM 83
16.4 Les PAM, la chimie écologique et la prévention de la pollution 84

17. Application des règlements 85
17.1 Les dioxines dans les effluents de fabriques de pâtes et papiers 85
17.2 Analyse des BPC 85
17.3 Additifs antimousse et les copeaux de bois 85
17.4 Substances destructrices de l'ozone 85

18. Soutien à l'élaboration de normes canadiennes en vertu de l'entente du CCME pour l'harmonisation fédérale-provinciale 87
18.1 Hydrocarbures pétroliers dans le sol 87
18.2 Particules et ozone 87
18.3 Benzène 87
18.4 Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofurannes 88

Tableau

1 Déversements contre lesquels le CTE a prêté son concours (d'avril 1998 à mars 2000) 47

Figures

1 Schéma de l'unité pilote d'un PAM 81
2 Unité de PAM à petite échelle 82

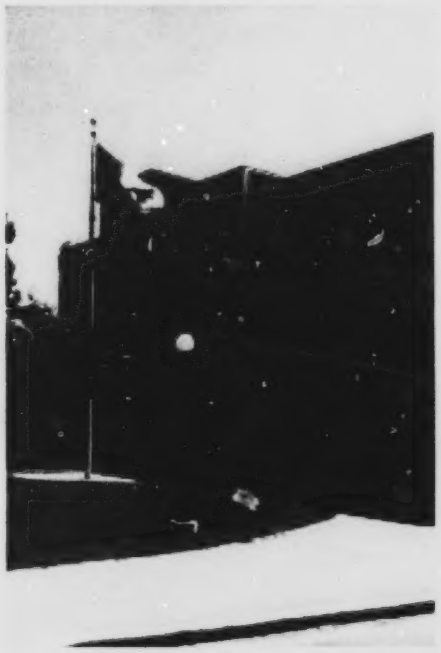
Annexes

A Mission et rôles du Centre de technologie environnementale 89
B Liste des brevets 91
C Publications (communications, livres, chapitres de livres, articles et revues) 93
D Rapports manuscrits (non publiés) 99
E Comptes rendus 105
F Présentations scientifiques 113
G Membres du personnel du CTE 119
H Abréviations (françaises et anglaises) 123

1. Organigramme et mandat des divisions

1.1 Le Centre de technologie environnementale

Le CTE d'Environnement Canada a été créé au milieu des années 1970 afin d'assurer la science et la R-D à l'appui des activités de protection de l'environnement du ministère. Il exerce son action dans les domaines technoscientifiques suivants : la mesure des polluants atmosphériques dans l'air ambiant ou émis par des sources mobiles ou fixes ; l'analyse d'une grande variété de composés organiques et inorganiques prélevés dans diverses matrices ; la dépollution des dépôts de déchets dangereux ; la prévention des éco-urgences comme les déversements d'hydrocarbures ou de produits chimiques et l'intervention contre ces accidents ; la mise au point, en collaboration, de procédés industriels et expérimentaux « propres ».



La plus grande partie de la R-D et une partie des services spécialisés de soutien scientifique sont entreprises en collaboration avec d'autres organismes publics, les universités et le privé. Une grande partie de la R-D se fait en coopération avec des partenaires internationaux. Une partie importante du travail se fait sur place ou ailleurs par des entrepreneurs ou, dans le cas de la R-D en génie des urgences, en vertu d'ententes contractuelles de diversification des modes de prestation de services. La mission officielle du CTE est exposée dans l'annexe A.

Les résultats des travaux sont consignés dans des rapports manuscrits officieux (non publiés) et des rapports officiels (publiés), disponibles dans les deux langues officielles. De plus, les membres du personnel publient des articles techniques et scientifiques dans des revues et des comptes rendus de conférences et d'ateliers. Les brevets, rapports et articles émanant du Centre pendant la période examinée sont énumérés dans les annexes B à F. Dans l'annexe G, vous trouverez les coordonnées du personnel et, dans l'annexe H, une liste d'abréviations.

Au CTE, le *Bureau du Directeur* est chargé de l'orientation générale des programmes et des services centraux comme le soutien administratif. De plus, il coordonne à l'occasion les projets spéciaux. Les ressources scientifiques, les laboratoires et les capacités d'intervention sur le terrain du CTE se répartissent entre les six divisions scientifiques suivantes :

- Analyse et qualité de l'air
- Recherche et la mesure des émissions
- Science des urgences
- Génie des urgences
- Programmes spéciaux
- Procédés assistés par les micro-ondes

1.2 La Division de l'analyse et de la qualité de l'air (DAQA)

La *DAQA* coordonne le fonctionnement du Réseau national (fédéral-provincial) de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) : 400 appareils répartis dans 150 stations d'échantillonnage situées dans 52 grands centres urbains du Canada. Elle publie et diffuse les données sur la qualité de l'air pour contrôler et évaluer la qualité de l'air ambiant au Canada. La Division évalue aussi et met au point de nouvelles techniques de mesure pour le Réseau et en fonction de priorités comme le transport à grande distance des polluants atmosphériques, les toxiques atmosphériques, le smog et l'élaboration de normes canadiennes.

La Division dose une variété de composés organiques et inorganiques dans diverses matrices (échantillons provenant de services de pollution atmosphérique, sols contaminés, déchets dangereux et autres résidus). Elle met aussi au point des méthodes d'analyse pour s'assurer de l'utilisation des meilleurs modes opératoires pour chaque type d'échantillon et appuyer l'élaboration de règlements pour la défense de l'environnement. La Division fournit aussi des services d'assurance de la qualité et de vérification de la conformité aux règlements à l'appui de programmes internes et externes.

Le *Laboratoire organique* dose les traces infimes (parties par 10^{12} [billionièmes] ou par 10^{15} [mille trillionièmes]) de nombreux composés organiques, PCDD, PCDF et BPC, HAP, notamment, et d'autres polluants d'intérêt prioritaire. Nous avons conçu un laboratoire entièrement consacré à la préparation des échantillons et à l'analyse des toxiques organiques à l'état d'ultratraces. Le Laboratoire réalise aussi des projets d'analyse à l'appui de programmes nationaux comme le Programme d'application de la loi, il élabore des méthodes de référence à l'appui des règlements sous le régime de la LCPE, il conçoit et met en œuvre des études inter-laboratoires pour valider les modes opératoires, il gère l'assurance et la maîtrise de la qualité (AMQ) et les programmes de mise au point de méthodes pour s'assurer que les données produites par les laboratoires sous contrat sont de la plus haute qualité. Il entreprend aussi des études spéciales comme la mise au point de niveau de dosage pour la quasi-élimination, en application de la LCPE et de la PGST.

Le *Laboratoire inorganique* élabore et applique des méthodes d'analyse des ultratraces d'éléments et d'anions présents dans les particules atmosphériques. Les principales techniques utilisées sont la fluorescence X et la chromatographie par échange d'ions. La fluorescence X sert à analyser 40 éléments (de l'aluminium au lanthane et au plomb). La chromatographie par échange d'ions sert à analyser 10 anions majeurs, notamment les sulfates et les nitrates des « pluies acides » et 10 cations (métaux alcalins, ammonium et métaux alcalinoterreux). Le Laboratoire organise des contrôles interlaboratoires nationaux et internationaux et y participe afin de promouvoir l'amélioration des capacités d'analyse des laboratoires canadiens. De plus, il effectue des analyses légales pour les bureaux régionaux d'Environnement Canada et fournit des

avis sur l'équipement et les méthodes d'analyse aux laboratoires de l'industrie et des administrations publiques.

1.3 La Division de la recherche et de la mesure des émissions (DRME)

Depuis plus de deux décennies, la Division a été un chef de file national dans la mesure des émissions polluantes. Son équipe d'ingénieurs, de chimistes et de technologues effectuent, en laboratoire comme sur le terrain, des études sur la pollution atmosphérique provenant de sources mobiles et fixes. L'objectif premier du groupe est d'appuyer le Ministère dans les grands dossiers tels que le changement climatique, le smog, les toxiques, la conformité aux règlements et leur application, notamment dans les activités suivantes :

- la caractérisation des émissions des incinérateurs, des chaudières, des séchoirs, des fonderies, des tas de matières, des navires, des aéronefs, des véhicules tout-terrain et des moteurs utilitaires ;
- la mesure et la caractérisation des gaz à effet de serre et des émissions organiques des décharges municipales ;
- l'évaluation des technologies de maîtrise des procédés ;
- l'évaluation des techniques de décontamination et de destruction des déchets ;
- l'assurance et la maîtrise de la qualité ;
- l'élaboration de méthodes de référence ;
- la prestation de conseils et l'évaluation.

La Division effectue les essais de conformité et de vérification de nouveaux modèles de véhicules légers et de motocyclettes, en vertu d'un accord de collaboration avec Transports Canada, chargé d'appliquer les règlements. (Nota. : à compter de l'exercice 2000-2001, les dispositions réglementaires sur les émissions des nouveaux véhicules automobiles seront appliquées par Environnement Canada, en vertu des nouveaux pouvoirs conférés par la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* [LCPE] de 1999.)

La Division soutient aussi l'industrie par des programmes de collaboration dans la R-D de nouvelles technologies qui aideront à réduire la pollution. Ces projets comprennent notamment l'évaluation des :

- carburants de remplacement ou reformulés pour les automobiles et camionnettes ;
- carburants de remplacement et équipement antipollution monté en rattrapage sur les véhicules routiers lourds ;
- véhicules électriques et hybrides, légers ou lourds ;
- nouveaux instruments d'échantillonnage et d'analyse pour la vérification des émissions de sources fixes.

1.4 La Division de la science des urgences (DSU)

La Division fait de la recherche sur les propriétés, le comportement et les effets des substances dangereuses déversées et sur l'efficacité et les avantages, pour l'environnement, des mesures correctrices in situ, comme les agents de traitement, le brûlage et la bioremédiation. L'acquis sert à construire des modèles de recherche et des modèles opérationnels qui prédisent le comportement et le devenir des déversements chimiques et pétroliers traités et non traités. La

R-D porte aussi sur des techniques de mesure de la contamination de l'air, de l'eau et du sol sur les lieux des déversements et de télédétection aérienne des déversements.

La Division prépare des directives et des guides techniques en cas de déversements, destinés au personnel d'intervention et aux planificateurs de mesures d'urgence. Elle agit comme principal centre de prestation de conseils scientifique sur les urgences liées à la pollution pour les bureaux régionaux d'Environnement Canada et d'autres organismes. Contre les déversements d'intérêt national, la Division participe directement à l'intervention en fournissant renseignements et prévisions sur le comportement, le devenir et les effets des substances déversées, ainsi que des services de télédétection aérienne, d'échantillonnage spécialisé sur place et de soutien analytique. Elle fournit aussi une formation à l'utilisation d'équipement de protection personnelle et d'appareils portatifs de surveillance du niveau de danger au personnel d'intervention du Ministère et d'autres groupes d'intervention.

La Division coordonne la préparation du *Bulletin de la lutte contre les déversements* et organise le séminaire international annuel du Programme des déversements accidentels de pétrole dans l'océan Arctique (AMOP), le Séminaire technique sur les déversements de produits chimiques et le Séminaire technique sur la phytoremédiation.

1.5 Le Bureau des technologies du génie des urgences (BTGU)

Le Bureau et un contrat pluriannuel attribué après concours à un entrepreneur privé, dans le cadre de la diversification des modes de prestation de services, ont essentiellement remplacé la Division du génie des urgences (DGU).

Ces vingt dernières années, la DGU a entrepris des travaux techniques de recherche-développement-démonstration sur des technologies de décontamination à appliquer après les situations d'urgence tels les déversements pétroliers ou chimiques et les dépôts non protégés de déchets dangereux, notamment : l'évaluation du rendement des sorbants et de l'équipement de localisation, de récupération et d'élimination du pétrole et des produits chimiques répandus en milieux marins ou non ; le développement, la diffusion et l'utilisation de protocoles d'essai afin d'évaluer, au laboratoire et sur le terrain, l'équipement d'intervention.

La Division met au point et entretient une gamme de prototypes d'appareils mobiles, servant, avec d'autres équipements, à faire la démonstration des méthodes novatrices d'atténuation, sur place, de la contamination de l'eau ou des sols, et à adapter ces méthodes à un travail difficile à réaliser par des techniques classiques.

La Division a servi de principal conseiller technique aux bureaux régionaux d'Environnement Canada et d'autres organismes sur la décontamination postérieure aux interventions d'urgence. Lors des déversements d'intérêt national, elle a même pu intervenir directement dans les opérations de nettoyage, en fournissant sur place des conseils et un équipement mobile sans égal pour la décontamination de l'eau et du sol. La Division a aussi transféré la technologie canadienne à l'étranger, en collaboration avec le privé.

À la suite d'une étude approfondie sur la diversification des modes de prestation des services et d'un appel d'offres lancé en janvier 1997, la Division est privatisée le 1er avril 1998, tout en continuant d'être partenaire d'Environnement Canada pour la R-D en technologie. Sous ce régime, les études de recherche et les services techniques sont toujours décidés par Environnement Canada au moyen d'une série de commandes de travaux prévus par le contrat. Les clients de l'extérieur peuvent conclure des contrats séparés avec l'entrepreneur.

Le *BTGU* est constitué du gestionnaire du contrat quinquennal de services, qui assure au jour le jour le lien technique entre l'entrepreneur et Environnement Canada. Toujours logé au CTE, l'organisme nouvellement privatisé est désormais connu sous le nom de *Environmental Technologies Program of the Emergency and Safety Services Division of SAIC Canada (programme de technologies environnementales de la Division des urgences et de la sécurité de SAIC Canada)*. SAIC signifie Science Applications International Corporation of Canada (société internationale d'applications scientifiques du Canada), filiale canadienne de l'américaine SAIC aujourd'hui active dans le monde entier.

Durant la période visée par le rapport, le contrat de prestation des services avec SAIC, financé à l'interne, a permis d'entreprendre dans la première année 24 projets de R-D ou de travaux scientifiques ou de soutien technique connexes pour le CTE en génie des urgences. La seconde année, 22 projets ont été entrepris, dont certains prolongeaient le travail entrepris l'année précédente.

1.6 La Division des programmes spéciaux (DPS)

La Division fournit un soutien stratégique, opérationnel et politique au Bureau du directeur. Elle compte deux sections scientifiques, qui contribuent au processus de réglementation et d'élaboration des politiques du Ministère, en assurant l'accès à des méthodes expérimentales scientifiques (*Section de l'élaboration et de l'application des méthodes*) et en créant un groupe de laboratoires privés canadiens, capables de produire sur les substances nouvelles des données acceptées sur la scène internationale (*Section de surveillance de la conformité aux bonnes pratiques de laboratoire* [BPL]). De plus, la Division gère et coordonne des programmes profitant à tout le CTE, comme la conception et l'application d'un système de management environnemental (SME) dit aussi de gestion environnementale (SGE) et d'un système d'assurance et de maîtrise de la qualité pour les travaux de chimie analytique du CTE.

La *Section de surveillance* appuie le travail des scientifiques de la Direction générale de l'évaluation des produits chimiques commerciaux d'Environnement Canada et de la Direction de l'hygiène du milieu de Santé Canada, en inspectant les laboratoires canadiens dont les données fondent les déclarations de substances nouvelles. Elle actualise l'information sur la conformité des laboratoires étrangers et vérifie certains laboratoires à la demande des autorités nationales ou internationales. De plus, la Section élabore des programmes de BPL et appuie le volet BPL des activités de l'OCDE.

La *Section de l'élaboration et de l'application des méthodes* prévoit les besoins d'Environnement Canada en matière de méthodes d'analyse et, en particulier, élabore les nouvelles méthodes toxicologiques exigées pour la réglementation. Les méthodes prioritaires en chimie analytique et les orientations axées sur la performance sont élaborées avec le concours du Comité des gestionnaires de laboratoires du Ministère. Les méthodes de toxicologie du milieu aquatique et des sédiments sont élaborées de concert avec les bureaux régionaux

d'Environnement Canada et les laboratoires des provinces et du secteur privé. La Section dresse aussi des listes de contrôle pour les audits qualité et fournit des orientations sur l'interprétation des données obtenues par les méthodes exigées par les règlements assujettis à la *Loi sur les pêches* et à la LCPE. De plus, la Section apporte un soutien important au programme d'agrément des laboratoires de l'ACLAE en ce qui touche à la toxicologie environnementale.

1.7 La Division des procédés assistés par micro-ondes (DPAM)

Le CTE a créé cette division en 1994, pour accélérer la mise au point et la commercialisation des diverses applications des procédés assistés par micro-ondes (MAP^{MC}) brevetés d'Environnement Canada. Il avait en effet reconnu la contribution rapide de cette technologie propre à la lutte contre le changement climatique, par la réduction des émissions de gaz à effets de serre.

Parmi les exemples d'application de ces techniques écologiques, on compte la préparation des échantillons destinés à la caractérisation biologique, chimique et physique ; l'extraction de substances à forte valeur ajoutée d'une variété de matières premières ; la valorisation de la biomasse qui, sinon, serait considérée comme déchet ; l'apport de procédés propres et n'utilisant aucun solvant, pour produire des substances nouvelles ou courantes à grande valeur ajoutée ; la résolution éventuelle des problèmes difficiles comme le traitement des lieux contaminés.

En développant de nouvelles applications, la Division collabore étroitement avec les exploitants titulaires de licences de la technologie et avec d'autres intervenants et parties prenantes. Son travail comporte deux grands volets : la mise au point de méthodes d'analyse et la mise au point de procédés à l'échelle industrielle.

En ce qui a trait au développement de méthodes analytiques, la Division a préparé l'élaboration et la validation d'une méthode normalisée de référence employant les PAM pour la préparation d'échantillons d'ambiance. L'usage de cette méthode a été approuvé au Canada et aux États-Unis (méthode n° 3546 de l'USEPA, en vertu de SW-846). La méthode emploie 90 % moins de solvant que les méthodes classiques. Elle peut réduire en grande partie les rejets toxiques, puisqu'on estime qu'environ 100 000 000 L de solvants organiques sont utilisés dans les laboratoires d'analyse, chaque année. De plus, on pourrait même se passer des solvants toxiques actuellement utilisés (p. ex. le dichlorométhane), réduisant ainsi considérablement l'exposition humaine à ces substances.

Dans la plupart des cas, les besoins énergétiques sont aussi réduits d'environ 99 %, ce qui se traduit par des diminutions considérables de l'émission de gaz à effet de serre — un des principaux objectifs d'Environnement Canada. Le temps de préparation des échantillons est aussi réduit : quelques minutes au lieu des 8 à 16 heures requises par les méthodes classiques. Ces avantages pour l'environnement, la santé et les opérations s'accompagnent d'avantages de nature économique, grâce aux économies de produits chimiques et d'énergie, ainsi qu'à l'emploi plus efficace du temps des techniciens.

La Division possède un ensemble de procédures reconnues pour déterminer la faisabilité de diverses applications des PAM à l'échelle industrielle. L'étude de faisabilité commence au laboratoire, par une évaluation de l'efficacité des PAM. À ce jour, Nous avons ainsi évalué plus de 100 applications industrielles. Si les estimations économiques préliminaires sont encourageantes, nous utilisons les résultats de ces essais pour valider les applications au moyen d'un appareil à petite échelle dont on optimise les paramètres de fonctionnement pour ce qui concerne la configuration, la taille et les spécifications des procédés industriels éventuels. Au besoin, la Division effectue des essais en unités pilotes. Enfin, son aide peut s'étendre à la conception et au développement d'appareils de traitement à l'échelle pilote ou industrielle et aux premières étapes des opérations réelles de traitement.

2. Surveillance de l'air ambiant et RNSPA

2.1 Le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA)

Le RNSPA est un programme conjoint, fédéral-provincial, de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'air ambiant au moyen de 150 stations réparties dans 52 centres urbains du Canada. Il a collecté des données jusqu'à la fin de 1999 ; ces données ont été validées et archivées en fonction des polluants courants suivants : dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, ozone, particules en suspension, ainsi que d'autres polluants comme le monoxyde d'azote, les particules (MP) [51 stations MP_{10}], par microbalance oscillante à élément conique (MOEC) [28 stations $MP_{2,5}$], par orifice d'admission calibré (*size-selected inlet* — SSI) [74 stations MP_{10}], par échantillonneur dichotomique (21 stations MP_{10} et $MP_{2,5}$), les particules de plomb en suspension, les sulfates et divers composés organiques (25 stations).

Analyse des gaz de calibration du RNSPA

Le rapport annuel de 1997 du RNSPA a été téléchargé sur le site Web du CTE en mai 1999 et imprimé pour distribution en juillet 1999. Celui de 1998 a été téléchargé sur le site Web en février 2000 et imprimé pour distribution en mars 2000. Plusieurs demandes de données brutes ou de synthèse ont été traitées.

Afin d'élargir la base de données, nous avons créé un programme de conversion pour les données de l'Ontario (échantillonneurs à grand débit et à orifice d'admission calibré) et nous avons amélioré le programme de conversion des données horaires de la Colombie-Britannique. Le travail s'est poursuivi sur les projets suivants : extracteur de données du RNSPA des tableaux Ingest et Oracle et création de rapports sommaires.

Nous avons dressé, pour les années 1996 à 1998, des statistiques horaires, journalières, mensuelles et annuelles sur la qualité de l'air et fait le point par rapport aux objectifs nationaux sur la qualité de l'air. Nous avons fourni des renseignements et des rapports techniques à la Division de l'analyse des données sur la pollution, au SMC, aux bureaux régionaux d'Environnement Canada, aux organismes provinciaux, à l'USEPA, à l'Organisation mondiale de la santé et à divers organismes non gouvernementaux (universités, consultants et industrie).

À l'appui du programme d'assurance de la qualité du RNSPA, nous avons audité les stations de St-John's (T.-N.), de St-John (N.-B. [2]), de Halifax, de Québec (2), de Calgary (2), d'Ottawa et de Hull. Nous avons effectué deux évaluations de la précision des analyses au moyen d'une comparaison interlaboratoires de l'analyse des concentrations gazeuses. Nous avons effectué une comparaison internationale annuelle de l'étalon de référence de l'ozone avec le NIST. En tout, nous avons certifié 34 analyseurs pour les agences du Réseau, d'autres ministères et d'autres organisations.

Nous avons rédigé des modes opératoires normalisés pour la pesée des filtres dichotomiques dans la détermination des particules $MP_{2,5}$ et MP_{10} dans l'air ambiant. L'ACLAE a rédigé, parachevé et agréé les modes opératoires normalisés de la certification des mélanges gazeux d'étalonnage et elle en a approuvé l'adjonction aux conditions d'agrément du Centre. Nous avons terminé l'ébauche des modalités d'utilisation de la MOEC et on l'a distribuée aux utilisateurs sur le terrain.

De plus, une aide technique et des consultations ont été fournies au projet de surveillance de la qualité de l'air transfrontière du Dakota du Nord et de la Saskatchewan et des services d'étalonnage ont été fournis aux autorités de Hong Kong, à Santé Canada, à Agriculture Canada et à des ONG.

2.2 Soutien au Plan de gestion du smog (NO_X/COV)

Analyse de l'ozone avec un étalon primaire de calibration

Le but du Programme scientifique du Plan de gestion des NO_X et des COV du CCME est d'élucider la formation de l'ozone au Canada afin d'élaborer des stratégies de lutte appropriées et efficaces contre les NO_X ou les COV. Le programme scientifique a démarré en février 1992 et a rempli son mandat par la remise d'un rapport d'évaluation sur l'état des connaissances scientifiques, en décembre 1997. Le Groupe de travail sur l'analyse des données (GTAD), présidé par un membre du CTE, comptait parmi huit groupes de travail plurisectoriels (provinces, État fédéral, ONG écologistes, universités et industrie). Le personnel du CTE a aussi contribué aux rapports de la phase III du Plan « smog » et du groupe de travail fédéral-provincial sur l'évaluation scientifique des objectifs et lignes directrices de qualité de l'air, en ce qui trait à l'ozone.

La base de données du RNSPA était la source principale des renseignements nécessaires à la production du rapport du GTAD. Cette base contient toutes les observations canadiennes sur l'ozone (O_3), le monoxyde d'azote (NO) et les oxydes d'azote (NO_X) faites de 1980 à 1996. Elle contient aussi des données sur l'ozone provenant de 150 localités rurales et urbaines des États-Unis, entre 1980 et 1996. Convertie à ORACLE 7, elle est logée dans un système UNIX à

Dorval (Québec). On lui a donné un format commun avec les archives climatiques du SMC (SIAT/PAC) et elle est facilement accessible à tout le personnel d'Environnement Canada.

En janvier 1998, les ministres du CCME, à l'exception de celui du Québec, ont signé un accord canadien sur l'harmonisation en matière d'environnement et une entente secondaire sur les normes canadiennes. L'élaboration d'une norme pour les particules et l'ozone a été désignée comme priorité immédiate, et le personnel du CTE participe activement à un certain nombre d'initiatives sur le sujet. Le CTE participe aux groupes suivants, formés pour gérer le problème du smog au cours des prochaines années : le Groupe scientifique sur les NO_X/COV Windsor-Québec/Atlantique-Sud, le Groupe opérationnel de consultation sur le smog et le Groupe de travail sur le système de suivi du Plan « smog ». Le CTE est aussi membre du groupe de travail visant à élaborer une annexe sur l'ozone et les particules en vertu de l'Accord canado-américain sur la qualité de l'air.

2.3 Programme de surveillance des particules

D'après les récentes recherches en santé, les particules atmosphériques sont l'un des plus graves problèmes de la qualité de l'air. De graves effets sur la santé, y compris la mortalité, leur ont été imputés. Les particules influent aussi, directement ou non, sur la portée et l'ampleur d'autres problèmes d'environnement, comme la visibilité, les pluies acides et le changement climatique. Les particules et leurs précurseurs (les émissions gazeuses) sont engendrés par les processus de production et de consommation de l'énergie des combustibles fossiles (extraction, raffinage, production d'électricité, chauffage et transport), tous des sources de particules primaires. Fait plus important, ces processus rejettent aussi des composés gazeux (NO_x, SO_2, COV) qui réagissent dans l'atmosphère pour former de fines particules organiques et inorganiques ($MP_{2,5}$). Les particules de cette fourchette de tailles sont du plus grand intérêt pour la santé humaine, car elles pénètrent profondément dans les poumons. Comme une forte proportion d'entre elles sont nocives et qu'elles s'infiltrent à l'intérieur des habitations, le risque d'exposition est élevé pour les humains.

Échantillonage de particules pour le RNSPA

La surveillance constitue un aspect essentiel du travail sur les particules, vu la nécessité de mieux comprendre leurs effets sur la santé, grâce à l'analyse de données de haute résolution spatio-temporelle. La promulgation d'objectifs nouveaux et plus rigoureux de qualité de l'air va nécessiter une meilleure compréhension des sources de particules et le suivi de l'efficacité des mesures de réduction des émissions. À mesure que la question gagnera en notoriété, le public exigera une divulgation plus complète des concentrations urbaines de particules.

Depuis 1984, le CTE a coordonné un programme de mesure des fractions MP_{10} et $MP_{2,5}$ au moyen d'échantillonneurs dichotomiques. Ce programme enregistre aussi 40 éléments mesurés par fluorescence X à dispersion d'énergie et 21 ions inorganiques et organiques, notamment les ions sulfate, ammonium et chlorure. De nouveaux appareils de surveillance en temps réel, fiables (la MOEC Rupprecht et Patashnick), capables de mesurer la masse des MP_{10} ou des $MP_{2,5}$, sont maintenant couramment utilisés dans les programmes canadiens.

En octobre 1999, au Canada, 152 instruments mesuraient les MP_{10} ; 70, les $MP_{2,5}$. 47 emplacements assuraient la mesure en continu des MP_{10} ; 43, celle des $MP_{2,5}$. Pour 48 emplacements Environnement Canada a acheté les échantillonneurs et/ou fourni le soutien analytique. Les données de tous les emplacements sont intégrés à la base de données du RNSPA.

Des campagnes de mesure intensive ont eu lieu dans la région de Toronto, notamment : la caractérisation de la fraction carbonée dans l'aérosol ambiant, la comparaison des méthodes manuelles et automatisées de mesure des particules et la recherche des causes de la perte de nitrates dans les méthodes d'échantillonnage. Nous avons fourni des ensembles de données à des chercheurs de Santé Canada à l'appui de travaux sur le lien entre la présence de particules et la mortalité ainsi que la morbidité. Le CTE est partenaire dans un PRT qui vise à mesurer les effets de mélanges d'air urbain pollué sur la santé. L'échantillonnage a débuté à Toronto et Vancouver en février 2000. Le CTE est partenaire dans un autre projet semblable, intitulé « Impacts de l'exposition à court terme à la pollution atmosphérique urbaine sur la santé de la population ».

Le CTE a appuyé le Groupe de travail fédéral-provincial sur les objectifs et les lignes directrices de qualité de l'air, en collaborant à la rédaction et à la révision du Rapport d'évaluation scientifique, en effectuant toutes les analyses de données exigées pour élaborer les objectifs numériques de qualité de l'air et en fournissant des conseils. Le CTE a fourni l'analyse des données sur les particules exigées pour aider à l'adoption d'une norme canadienne préliminaire sur les particules.

2.4 Recherche sur les applications de la chromatographie par échange d'ions et électrophorèse capillaire

Nous avons entrepris un projet de recherche sur l'évaluation de méthodes aux mécanismes radicalement différents de sélectivité, pour la détermination des acides carboxyliques légers présents dans les émissions de particules et gaz d'échappement : chromatographie par échange d'ions à détecteurs de la conductivité supprimée ; électrophorèse capillaire à détection indirecte des UV. Nous avons établi les conditions optimales de l'analyse courante des acides susmentionnés par électrophorèse. Nous avons comparé les deux méthodes. Nous avons également étudié la stabilité des acides organiques extraits des particules. Cette étude faisait partie de deux programmes ministériels de recherche concertée (PRDE et PRT) visant la détermination de la concentration, de la composition et des sources des particules atmosphériques carbonées au Canada.

Chercheure scientifique au travail

De concert avec l'Université Carleton, la recherche s'est poursuivie sur l'utilisation d'une nouvelle technologie, l'électrochromatographie capillaire, à la convergence de la chromatographie à haute performance en microgarnissage et de l'électrophorèse capillaire. Nous avons étudié l'applicabilité de cette méthode à l'analyse des carbonyl-hydrazones en utilisant un système ordinaire d'électrophorèse avec détection par matrice de photodiodes et une colonne capillaire de silice liée au C_{18} à pores de 3 Φm. Les premières applications de cette méthode aux échantillons d'air ambiant et aux gaz d'échappement sont prometteuses.

2.5 Surveillance des COV et programme de recherche

La principale réalisation de ce programme est la construction d'une base de données de qualité, fondée sur des observations systématiques, collection la plus complète de données à long terme du genre en Amérique du Nord. Il est désormais possible de produire des données représentatives sur le plan national des tendances de bon nombre d'espèces chimiques, notamment les plus importantes en matière de changement climatique. Les résultats du programme ont abondamment servi dans le programme d'évaluation des substances de la Liste prioritaire 1 de la LCPE et dans le processus de sélection des substances de la Liste 2. Le programme de surveillance de l'air ambiant sous-tend les deux enjeux de l'ozone troposphérique et des toxiques et il utilise l'infrastructure fédérale-provinciale du RNSPA. On s'est amplement servi des données du programme pour élaborer la norme canadienne sur le benzène.

Au Canada, on échantillonne les COV dans plus de 45 emplacements urbains et ruraux. Au cours des étés 1997 et 1998, des programmes intensifs d'échantillonnage des COV et des aldéhydes ont été effectués au parc national Kejimkujik, à L'Assomption, à Saint-Anicet, au mont Sutton, à Egbert et à Sutton.

Dans le cadre du programme de surveillance, nous avons collecté des données sur plus de 40 COV que l'on craignait d'être toxiques. Les données sur les composés proposés pour figurer sur la Liste 2 ont été communiquées à Santé Canada et à Environnement Canada. Le CTE a participé aux délibérations des groupes-ressources étudiant l'ajout du 1,3-butadiène, du formaldéhyde, de l'acétaldéhyde et de l'acroléine à la Liste 2. Nous avons effectué des analyses détaillées des données sur ces substances, de même que sur l'éther méthyltertiobutylique et sur l'hexachlorobutadiène.

Dans le domaine des recherches sur les COV toxiques, le CTE a fourni un appui continu aux provinces, aux municipalités, aux bureaux régionaux d'Environnement Canada, à l'administration centrale du Service de protection de l'environnement, à d'autres ministères et aux universités. On reçoit chaque année des centaines de demandes de renseignements sur les concentrations ambiantes des composés mesurés, de chercheurs fédéraux, provinciaux et municipaux, ainsi que des universités et du secteur privé.

Le CTE a participé à des études comparatives des techniques de mesure du formaldéhyde au CRA. Des scientifiques des universités York et Purdue et du SMC y ont aussi participé. Les études comparatives jettent un éclairage nouveau sur le transport et les transformations chimiques des composés organiques dans l'atmosphère.

Afin de caractériser les émissions des précurseurs des oxydants par les sources mobiles et fixes, le CTE a mis au point des méthodes inégalées d'analyse des COV. La recherche devait aussi trouver un moyen de supprimer l'interférence causée par la vapeur d'eau et le CO_2 présents dans les échantillons. Cette avancée rend possible la caractérisation de la relation entre l'intensité des sources et les gaz de décharge ainsi que l'évaluation des impacts de la combustion d'hydrocarbures sur l'environnement.

Nous avons mené des projets conjoints de recherche avec des scientifiques du SMC, afin d'étudier les émissions d'isoprène par les forêts du Canada, les études sur le terrain ayant eu lieu à Camp Borden (Ont.), Prince Albert (Sask.) [Étude de l'atmosphère et des écosystèmes boréaux, BOREAS] et Saint-Anicet (Qc). Pour les échantillonnages sur le terrain, nous avons construit et utilisé un tout nouveau cryoconcentrateur informatisé. Nous avons aussi élaboré des normes d'étalonnage l'α- et du β-pinène, que l'on a dosés dans les échantillons. Une aide technique a été fournie aux chercheurs d'Agriculture Canada engagés dans la mesure des flux de COV émanant des cultures. Les résultats ont été publiés dans des revues scientifiques et présentés à de nombreuses conférences.

Les données permettent de déterminer : *a*) les concentrations totales de COV et la composition de mélanges captés en ville et à la campagne, ainsi que les tendances saisonnières et journalières ; *b*) la proportion relative des hydrocarbures anthropiques et biotiques, en ville et à la campagne ; *c*) les tendances des concentrations de COV totaux et spécifiques ; *d*) la précision des inventaires actuels des émissions de COV ; *e*) la contribution de catégories données de sources aux concentrations de COV ; *f*) l'adéquation des données d'entrée et de sortie des modèles des

COV. Ces résultats ont sensiblement influé sur l'évaluation globale du programme scientifique des NO_X/VOC et ils seront utilisés à la phase 3 du Plan de gestion du smog afin de déterminer les stratégies optimales de lutte et de vérifier le choix des catégories de sources à maîtriser.

À Camp Borden, la recherche a révélé une production importante de radicaux libres, de monoxyde de carbone et d'aérosols carbonés provenant de la photo-oxydation d'hydrocarbures biosynthétiques à l'intérieur des écosystèmes végétaux. Il s'agit de constatations nouvelles et importantes. Elles ouvrent aussi de nouveaux champs de recherches, en particulier pour examiner le rôle de gaz comme le monoxyde de carbone (dont le bilan troposphérique est peut-être sous-estimé, selon les conclusions de Borden) et les interactions entre les aérosols et le système climatique de la terre. C'est dans ce contexte que, au cours de l'été 1999, un membre du CTE a été invité par les scientifiques de l'Université du Colorado et de l'Université de Virginie à participer à un projet sur le terrain à Oak Ridge (Tennessee) visant à vérifier et à élargir les constatations de la forêt de Borden. Les chercheurs ont présenté leurs constatations à la conférence de Gordon sur les hydrocarbures biosynthétiques en février 2000. Un chromatographe comparable en phase gazeuse accouplé à un spectromètre de masse a aussi été installé au laboratoire du département des sciences de l'environnement de l'Université de Virginie.

2.6 Programme de surveillance des aromatiques polycycliques, des dioxines et des furannes

En collaboration avec les bureaux régionaux d'Environnement Canada et les organismes provinciaux chargés de l'environnement, le CTE assure le fonctionnement d'un programme de mesures des aromatiques polycycliques ainsi que des polychlorodibenzodioxines et des polychlorodibenzofurannes (PCDD et PCDF) qui a recueilli des données dans plus de 35 emplacements ruraux et urbains à travers le Canada. Les données sur les PCDD et les PCDF sont partagées avec des chercheurs des États-Unis afin de déterminer la contribution de l'industrie aux concentrations ambiantes. Un rapport détaillé a été préparé, qui résume les résultats pour la période 1987 à 1997.

En 1996, à la demande du Bureau régional de l'Ontario, nous avons élargi la liste des composés à quelques substances supplémentaires visées par l'Entente Canada-Ontario (ECO) concernant l'écosystème du bassin des Grands Lacs. Parmi ces substances, on compte celles de niveau I (ciblées pour la quasi-élimination) et de niveau II (substances rémanentes, susceptibles de bioaccumulation et toxiques préoccupantes) selon la désignation du Comité consultatif international de la qualité de l'atmosphère de la Commission mixte internationale. Le nouveau programme d'échantillonnage des substances de l'ECO, lancé en septembre 1996, englobe les aromatiques polycycliques nitrosés, l'octachlorostyrène (OCS), l'hexachlorobenzène (HCB) et le pentachlorophénol (PCP). Deux nouveaux emplacements ruraux ont été ajoutés en Ontario, et l'échantillonnage sera plus fréquent. Nous avons préparé deux rapports, qui résument les résultats obtenus en Ontario pour les substances de niveaux I et II et qui donnent des recommandations pour la surveillance à venir. On y compare les concentrations urbaines et rurales, indicatrices des débits des sources des substances mesurées.

Le CTE participe à un projet de recherche sur les toxiques intitulé « Les toxiques atmosphériques urbains : caractéristiques des sources et effets sur la santé », visant à caractériser les toxiques de l'air urbain, à élaborer des méthodes efficientes de surveillance des aromatiques polycycliques, des BPC et d'autres composés, à déterminer les relations entre sources et récepteurs et à examiner la génotoxicité de mélanges atmosphériques complexes. L'échantillonnage s'effectue en divers endroits de Toronto et des environs.

3. Dosage des toxiques

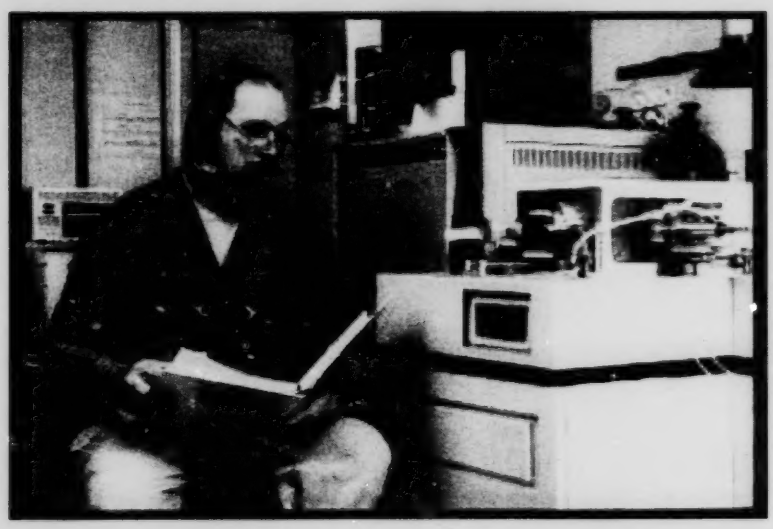
3.1 Dosage des aromatiques polycycliques nitrés (APN) dans l'air ambiant

Les APN sont mutagènes, et certains d'entre eux sont cancérogènes pour les animaux de laboratoire. Les gaz d'échappement des moteurs Diesel en constitueraient la principale source d'émission. Toutefois, peu d'études ont porté sur les APN d'autres sources présents dans l'air ambiant. Le manque de sensibilité ou de sélectivité des instruments de détection et de mesure et le manque d'étalons « naturels » ou marqués sont des facteurs clés qui ont empêché l'étude de ces composés dans l'environnement.

Une méthode combinant les techniques de chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse (les deux à haute résolution) plus la dilution isotopique a été développée il y a plusieurs années. Depuis, le nombre d'APN ciblés est passé de 11 à 24. Les composés substituts sont passés de 6 à 9, grâce à la synthèse d'APN marqués au CTE.

La concentration d'APN dans l'air ambiant est normalement inférieure à 1 % des aromatiques correspondants. Afin d'abaisser le seuil de détection, nous avons modifié la méthode de purification en recourant à l'extraction liquide-liquide au DMSO (diméthylsulfoxyde) suivie d'une séparation par CLHP sur colonne de silice. En combinant ces purifications poussées à l'analyse par ionisation négative, on peut déceler les composés recherchés à des concentrations de 10 pg à peine par échantillon. En conséquence, on décèle fréquemment les dérivés nitrés de l'anthracène, du fluoranthène, du pyrène, du benzo[a]pyrène, du benzo[a]anthracène et les trois dinitropyrènes dans les échantillons des appareils à grand débit prélevés dans les sept emplacements à cette fin en Ontario.

3.2 Limite de dosage de l'HCB et des dioxines dans les émissions gazeuses et le sol



Technologue analysant des échantillons de hexachlorobenzène

Environnement Canada a inscrit l'hexachlorobenzène (HCB), les PCDD et les PCDF sur la liste des substances de la voie 1 — toxiques rémanents, anthropiques, susceptibles de bioaccumulation. La quasi-élimination des substances de la voie 1 de l'environnement est l'un des objectifs de la PGST. Nous recommandons d'utiliser le niveau de dosage comme référence de l'objectif de quasi-élimination. Nous le déterminons par la variabilité (écart-type) de dosages répétés d'une substance à une concentration proche du seuil de détection. (Nota : la définition de

limite de dosage dans la LCPE traduit celle de « *Limit of Quantification* » donnée par l'*American Chemical Society*.)

Émissions gazeuses. — La première partie de l'étude consistait à évaluer la variabilité de l'échantillonnage et de l'analyse d'émissions de dioxines au moyen des données récentes disponibles. La variabilité de l'échantillonnage, de l'analyse et de l'émission de la source lors de chaque essai affecte l'écart-type calculé pour les données sur les émissions de dioxines. Nous avons retenu un total de 53 ensembles de données de faible émission provenant de 36 foyers de combustion : 42 provenant d'essais séquentiels et de 11 séries d'essais avec double ligne de prélèvement. Lorsqu'on a regroupé les écarts-types des essais, le niveau de dosage (ou écart-type cumulé) diminuait en raison inverse de la concentration moyenne des données regroupées. D'après la corrélation linéaire entre le niveau de dosage et la concentration moyenne maximale dans les données et la limite supérieure de la concentration d'un blanc acceptable (10 fois le seuil de détection), nous avons estimé le niveau de dosage des PCDD et PCDF à 32 pg/m^3 d'équivalent toxique (ET).

La deuxième partie de l'étude consistait à évaluer la répétabilité des mesures de concentrations d'HCB, de PCDD et de PCDF dans des lignes de prélèvement renfermant un mélange témoin enrichi et dans les cendres volantes collectées dans les quatre installations suivantes : incinérateur de déchets urbains, incinérateur de déchets médicaux, four de cimenterie et usine de frittage de l'acier. Le niveau de dosage est 10 fois l'écart-type des dosages répétés. Nous avons combiné en un seul écart-type les résultats pour des lignes de prélèvement enrichis et les cendres volantes. Le niveau de dosage de l'HCB a été estimé à 6 ng/m^3 d'échantillon d'émission. Le niveau de dosage estimé pour les PCDD et PCDF était de 16 pg/m^3 d'équivalent toxique dans un échantillon d'émission.

Sol. — Trois sols typiques, aux propriétés physico-chimiques uniques, ont été fournis par Agriculture et Agroalimentaire Canada et utilisés pour cette étude. Chaque sol a été additionné d'une quantité connue de PCDD, PCDF et d'HCB. Un échantillon de 5 g a été utilisé pour chacune des 10 répétitions de l'analyse. La concentration d'HCB, de PCDD et de PCDF dans chaque échantillon représente entre 5 et 10 fois le seuil de détection. Les résultats statistiques semblent indiquer que le niveau estimé de dosage de l'HCB dans le sol est de 2 ng/g (ou de 10 ng/échantillon) et celui des PCDD et des PCDF est de 9 pg/g (ou de 44 pg/échantillon).

3.3 Développement de matériels de référence à la dioxine

La DAQA et la Division de chimie analytique du NIST ont réalisé une étude conjointe pour élaborer les valeurs de référence des PCDD et PCDF pour deux matériels naturels de référence normalisées. Les résultats de l'étude ont été présentés sous forme d'affiche à la conférence Dioxin'99 à Venise, du 13 au 17 septembre 1999. Cette étude a comporté des essais dans 14 laboratoires publics et privés du Canada, des États-Unis, d'Allemagne et de Suède. Les résultats ont montré une bonne concordance entre les laboratoires avec les matériels normalisés de référence 1649a (poussière urbaine) [écart-type résiduel de 11 %] et 1944 (sédiment) [écart-type résiduel de 9 %]. Ces deux matériels sont les premières substances certifiées par le NIST pour les PCDD et PCDF. Elles seront très utiles à l'élaboration de méthodes et au suivi de l'AMQ par les laboratoires.

3.4 Caractérisation des particules carbonées

Plusieurs laboratoires fédéraux ont entrepris conjointement d'étudier : *a*) la quantité de particules atmosphériques attribuable aux moyens de transport dans les zones habitées ; *b*) l'impact des carburants et des types de véhicules dans la charge de particules atmosphériques. Pour atteindre ces objectifs, les particules et les gaz émis par les véhicules doivent être caractérisés de façon complète.

Le Centre de la technologie et de l'énergie de CANMET et les laboratoires du CTE ont développé de concert un procédé d'extraction et de séparation pour caractériser les composés organiques dans des échantillons d'émissions de particules de carburant Diesel et d'air ambiant. Après l'extraction de l'échantillon par solvant sous pression au moyen d'un appareil d'extraction accélérée, l'extrait est séparé sur colonne ouverte de gel de silice désactivée. Après élution de la colonne au moyen de solvants choisis, on recueille trois groupes de composés : paraffines et marqueurs biologiques ; aromatiques semi-volatils ; composés fortement polaires. On travaille à des méthodes d'analyse de la fraction aromatique, pour y déceler 27 aromatiques polycycliques, 21 aromatiques hétéropolycycliques (AHP) soufrés, 13 AHP azotés et 25 APN. Pour abaisser les seuils de détection, on emploie la chromatographie en phase gazeuse à détecteur à sélection de masse, pour les aromatiques polycycliques et les AHP soufrés, et la SM à haute résolution, pour les AHP azotés et les APN.

3.5 Mise au point d'une méthode pour doser l'HCB en solutions de chlorures ferrique et ferreux

Les chlorures ferrique et ferreux sont utilisés principalement dans le traitement des eaux usée et potable. Les soupçons que leur fabrication entraînait la production de traces résiduelles d'HCB, substance de la voie 1, ont déclenché la mise au point d'un mode opératoire pour leur analyse. Plusieurs mélanges commerciaux ont été reçus pour être analysés. Nous avons extrait les échantillons par séparation sélective à l'hexane, suivie d'une séparation sur colonne de silice et analyse finale par CG-SM. Nous avons enrichi les échantillons avec de l'HCB marqué ($^{13}C_6$-HCB) afin de compenser les pertes survenues durant la manipulation de l'échantillon. Nous avons enregistré des seuils de détection de 0,04 ng/mL d'HCB dans les chlorures ferrique et ferreux. Nous avons retrouvé de 62 à 86 % du $^{13}C_{12}$-HCB dans les échantillons, ce qui est très bon.

On détermine la faisabilité d'une méthode analytique mais polluante, la micro-extraction en phase solide (MEPS) pour analyser l'HCB dans des solutions de chlorures ferrique et ferreux. Les avantages de cette technique sont un temps de préparation plus court et une consommation réduite d'énergie, ainsi que l'emploi moindre de solvants et la résorption des déchets. La technique MEPS et espace de tête élimine aussi les problèmes dus à la corrosivité de la matrice d'échantillon. Le travail en cours se concentre sur l'optimisation du seuil de détection et la détermination de temps d'équilibrage adéquats. La procédure pourra s'appliquer à d'autres matrices aqueuses.

4. Mesure des émissions de sources fixes

4.1 Méthodes de référence et méthodes recommandées pour les essais sur les sources

Nous avons révisé la méthode de référence sur les dioxines, les furannes et les BPC (SPE 1/RM/2) pour tenir compte de l'évolution du matériel et de l'amélioration des méthodes d'analyse au cours des quelques dernières années. La méthode sert également à doser l'hexachlorobenzène et les aromatiques polycycliques dégagés par les incinérateurs municipaux, hospitaliers et ceux de déchets dangereux, les fours à arc et les poêles à bois. On s'attend à d'autres révisions, rattachées au niveau de dosage des émissions de dioxines et de furannes des sources fixes.

À l'appui des lignes directrices fédérales concernant les moteurs à pistons fixes et les turbines à gaz fixes, nous avons préparé et distribué aux parties prenantes, pour obtenir leurs observations, une méthode de référence pour la mesure des émissions de SO_2, de CO et de NO_2 des turbines à gaz. Nous avons reçu les observations de Rolls Royce, de SaskPower, de la Protection de l'environnement de l'Alberta ainsi que du District de Vancouver. Après leur intégration, nous avons envoyé à la publication une méthode pour la mesure des émissions de CO et de NO_x des turbines à gaz et des moteurs à pistons (SPE 1/RM/36).

Nous avons terminé la révision des méthodes d'échantillonnage et d'analyse pour la méthode de référence réglementaire sur le chlorure de vinyle, sous le régime de la LCPE. La Division des industries chimiques en accélérera la publication.

Nous avons fourni, à la DPGE, des orientations techniques sur un programme de recherche-développement avec l'Université de Toronto afin de mettre au point une méthode de spectrométrie de masse par ablation laser et temps de vol, pour l'échantillonnage et l'analyse en temps réel des particules inhalables et respirables. La DRME a participé à un projet d'Ontario Hydro, à la centrale de Thunder Bay, pour faire des observations et collecter de l'information sur une méthode d'échantillonnage des fractions $MP_{2,5}$ et MP_{10}. La Division a acheté la tête de prélèvement de ces fractions, pour l'évaluer à des sources fixes. Nous avons aussi mis au point le logiciel pour le fonctionnement du calibreur de particules.

Le Centre a effectué une recherche sur les techniques disponibles et validées, pour la détermination des différentes espèces chimiques mercurielles provenant des sources fixes. On s'intéresse beaucoup à la forme de mercure gazeux présente dans les gaz de combustion. Bien qu'aucune des méthodes ne soit parachevée jusqu'à ce jour, la technique mise au point par Ontario Power Technologies semble la meilleure. En s'inspirant de la méthode d'Environnement Canada concernant le mercure métallique et de la technique d'Ontario Power pour le mercure oxydé, la DRME a entrepris la rédaction d'une méthode de référence pour la détermination des diverses molécules sous lesquelles existe le mercure émis par les centrales à charbon.

À l'appui de lignes directrices pour la production écologique d'électricité (ECP-79), la Section des sources a examiné la modification des techniques de conditionnement des échantillons pour empêcher la perte de SO_2 des gaz de combustion renfermant peu de ce constituant. Cette méthode modifiée de lavage des gaz de même que l'ajout de NO_2 seront intégrés dans la version

révisée de la publication SPE 1/RM/15, *Méthode de référence pour la surveillance des émissions gazeuses des chaudières à combustion fossile.*

Le Centre a poursuivi l'évaluation de l'applicabilité de la méthode de prélèvement d'échantillons d'air ambiant des émissions de sources fixes au moyen de la cartouche SUMMA®. Cette méthode est une solution de rechange simple, viable et plus souple que la méthode employant la ligne de prélèvement des composés organiques volatils. Grâce aux compétences internes en matière d'analyse (à la DAQA), nous avons utilisé les cartouches dans la détermination des COV d'une foule de sources fixes, notamment les gaz de décharges, l'équipement de combustion des gaz de décharge, les chaudières des centrales d'électricité et les poêles à bois.

4.2 Appui aux programmes réglementaires d'Environnement Canada

4.2.1 Lignes directrices sur l'énergie verte ou sur l'électricité obtenue par des combustibles renouvelables et exerçant peu d'effets sur l'environnement (ECP-79)

Le programme Choix environnemental publie des lignes directrices pour la production d'électricité exerçant peu de répercussions sur l'environnement parce qu'elle provient de combustibles renouvelables tels que la biomasse et le biogaz. Le CTE a participé à l'élaboration des lignes directrices concernant les conditions d'essai, la fréquence des essais, les conditions d'échantillonnage, les méthodes d'essai et la faisabilité des limites proposées. Les méthodes d'essai serviront à déterminer le point de charge de chaque polluant évalué.

Le CTE a examiné le règlement sur les déchets dangereux et les BPC, pour ce qui concerne les rejets dans l'air, et il y est allé de ses réactions auprès du gestionnaire du programme concernant les limites et les protocoles proposés.

4.2.2 Règlement sur le chrome hexavalent

Nous avons fourni une aide technique relativement au règlement sur les émissions de chrome hexavalent par les installations de préparation des surfaces métalliques, pour ce qui concerne la surveillance des débits dans les dispositifs de dépollution et les coûts de l'échantillonnage du chrome hexavalent.

4.2.3 Règlement sur le dichlorométhane

Nous avons fourni au BNPP des orientations techniques relativement au Règlement sur le dichlorométhane, pour la détermination des rejets de ce composé par les sources fixes. Le CTE a recommandé l'approche fondée sur le bilan massique pour déterminer les rejets de ce constituant par les ateliers de décapage des revêtements.

4.2.4 Code de pratiques pour les cokeries

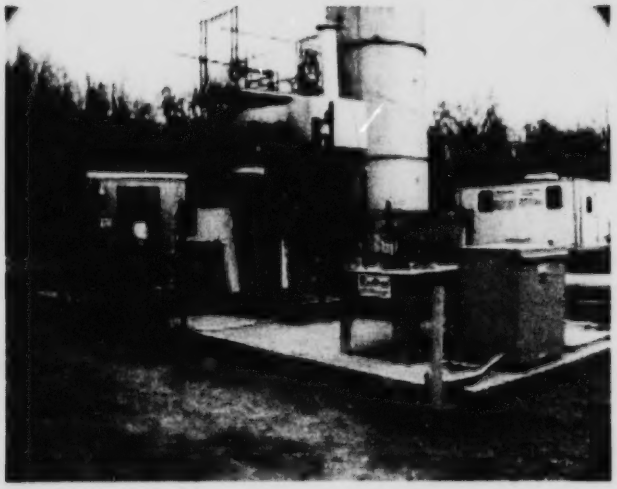
À la demande de la Division des minéraux et des métaux, le CTE a révisé le Code de pratiques pour les cokeries. Plus précisément, il a examiné le protocole de surveillance des émissions visibles pour l'estimation des émissions d'aromatiques polycycliques des usines de coke

métallurgique et il a fait parvenir ses observations à la Division. Le CTE a recommandé diverses approches à la méthode qualitative actuellement utilisée par l'industrie. Dans son rapport sur les options stratégiques pour les secteurs des aciéries et des fonderies de métaux communs, il a recommandé la mise au point de protocoles pour mesurer et signaler les rejets dans l'environnement. Le CTE a assuré l'examen scientifique des plans et des propositions de l'industrie pour la surveillance des émissions fugaces et il a estimé les coûts d'un programme d'échantillonnage complet des émissions pour élaborer des protocoles pour l'industrie du fer et de l'acier.

4.2.5 Étude sur le niveau de dosage

Le CTE a poursuivi sa participation dans la détermination du niveau de dosage des dioxines et des furannes. Désignés comme *substances de la voie 1* en vertu de la PGST, ces composés sont candidats pour la quasi-élimination. En vertu de cette approche, le niveau de dosage sera désigné comme la limite visée de contrôle. Le domaine de quantification est fixé à 10 écarts-types du niveau de détection de l'échantillon ou à proximité.

- **Étude du niveau de dosage des biphényles polychlorés**



Mesure du niveau de dosage à un site d'enfouissement municipal

Le CTE a entrepris une étude pour déterminer le niveau de dosage des BPC des sources fixes. On se sert d'une source d'émission relativement peu polluante (incinérateur de gaz de décharge de la route Trail) pour l'étude. On enrichira un ensemble de 12 lignes d'échantillonnage avec un mélange peu concentré de BPC et on l'exposera aux gaz de cheminée. On prélèvera en tout 3 à 4 m^3 de gaz dans chaque ligne et on tentera de retrouver le mélange selon la méthode de référence. Le mélange renferme des biphényles tri- à décachlorés ainsi que des molécules coplanaires. Le domaine de quantification est fixé, par définition, à 10 écarts-types des mesures répétées.

- **Code de pratiques du Nouveau-Brunswick pour les essais sur les sources**

Le CTE a assuré l'examen technique du Code de pratiques du Nouveau-Brunswick relatif aux essais sur les sources. Ce document vise à encourager la constance dans les essais sur les sources et à assurer la présentation au ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick de chiffres fiables, reproductibles et précis sur les émissions.

- **Lignes directrices pour signaler les rejets dans l'environnement faisant suite à la combustion de déchets ligneux imprégnés de sels**

Nous avons effectué l'examen technique des lignes directrices préparées par la région du Pacifique et du Yukon pour les rapports sur les dioxines, les furannes, les particules et les gaz assujettis à des critères, que rejettent les chaudières alimentées en déchets ligneux chargés de sels. Nous avons fait parvenir les observations à la Région.

- **Lignes directrices de l'Ontario concernant les rapports sur les émissions des centrales d'électricité**

Après examen technique des lignes directrices de l'Ontario sur la production de rapports sur les données de la surveillance continue des émissions sur les calculs et les rapports sur les émissions accompagnant la production d'électricité, nous avons fait parvenir les observations à la DPGE. Ces observations ont fait partie de la réaction d'Environnement Canada aux lignes directrices de l'Ontario.

4.3 Soutien aux programmes d'inventaire d'Environnement Canada

4.3.1 Émissions de dioxines, de furannes et d'hexachlorobenzène du secteur des métaux communs et de l'acier

En avril 1995, le Comité consultatif fédéral-provincial de la LCPE a créé le groupe de travail fédéral-provincial sur les dioxines et les furannes afin de dresser l'inventaire des sources de rejets de ces composés au Canada et de parvenir à un plan d'action conforme à l'objectif de la quasi-élimination, prévu par la PGST. Un objectif clé de cette politique est la quasi-élimination des *substances de la voie 1* de l'environnement. Il s'agit de toxiques d'origine principalement anthropique, qui sont persistants et qui s'accumulent dans les tissus. Les dioxines, les furannes et l'hexachlorobenzène ont été classés dans cette catégorie.

Nous avons cerné les secteurs prioritaires pour l'élaboration de mesures de prévention et/ou de résorption des rejets de dioxines, de furannes et d'hexachlorobenzène qui seraient conformes à l'objectif de la quasi-élimination. Ces secteurs comprennent les fonderies de métaux communs, les fours à arc, les ateliers de frittage en aciérie. Comme, en Amérique du Nord, il n'existe pas de données sur les essais en cheminée de ces sources, le groupe de travail a recommandé que l'on demande aux usines canadiennes d'effectuer des essais représentatifs aux sources pour les dioxines et les furannes, conformément aux essais mentionnés dans la recommandation 6 du rapport de consultation des parties prenantes (options stratégiques) pour le secteur de l'acier.

Fours à arc

En coopération avec Dofasco Inc. et la Division des minéraux et des métaux du BNPP, la DRME a effectué des essais sur les sources pour déterminer les émissions de dioxines, de furannes et d'hexachlorobenzène des fours à arc de Dofasco. Les résultats serviront à étayer l'inventaire des dioxines et des furannes pour les fours à arc. D'autres études sont prévues à d'autres fours à arc.

Ateliers de frittage

Nous avons déterminé que ces ateliers étaient la principale source unique de dioxines et de furannes au Canada. À la demande de la Division des minéraux et des métaux, le CTE a effectué un examen de l'échantillonnage et de l'interprétation des données sur les dioxines et les furannes de l'atelier de frittage de Stelco. En même temps, il a fourni des orientations techniques à la Région, sur la détermination des effets sur l'environnement découlant de la destruction des sédiments dragués, dans un atelier de frittage.

Fonderies de métaux communs

À la réunion annuelle de 1999 de l'Association minière du Canada, à Ottawa, le CTE a fait une présentation sur l'échantillonnage et l'analyse des dioxines et des furannes dégagés par les fonderies de métaux communs. Dans le cadre de l'aide accordée par Environnement Canada à l'industrie minière, la DRME a revu le rapport final sur les essais de détermination des émissions de dioxines et de furannes d'une fonderie de non-ferreux de la région de l'Ontario. Les données obtenues grâce à cette étude aideront à l'élaboration de normes et au comblement des lacunes dans les données de l'inventaire.

4.3.2 Dioxines et furannes provenant de la combustion du bois dans les foyers résidentiels

Mesurer les émissions d'un poêle à bois certifié par le USEPA

La combustion du bois dans les foyers résidentiels s'est révélée être la deuxième cause d'émission de dioxines et de furannes dans l'atmosphère. Afin d'élaborer une stratégie de résorption, il importe d'établir la différence entre les émissions dues aux poêles à bois classiques et les émissions de poêles à bois certifiés comme utilisant des techniques avancées de combustion, pour s'assurer que le chauffage au bois est une option viable pour les Canadiens du XXI^{e} siècle.

Cela sera particulièrement important lorsque nous comprendrons mieux le rôle que peut jouer le chauffage au bois, ressource renouvelable, dans le respect des obligations internationales que le Canada a contractées à l'égard du changement climatique dans le cadre du protocole de Kyoto. Les résultats de ce travail orienteront l'élaboration de normes canadiennes, processus déjà entamé, et permettront d'actualiser les coefficients d'émission utilisés dans le calcul des émissions atmosphériques.

Ce programme d'essais et d'évaluation est le fruit de la collaboration entre un certain nombre d'organismes fédéraux et provinciaux ainsi que de parties prenantes de l'industrie : CTE, Comité d'élaboration des normes canadiennes, Intertek Testing Services NA Ltd. et Hearth Products Association of Canada. L'objectif global du projet est de comparer les émissions de dioxines et de furannes dues aux poêles à bois classiques et celles d'un poêle à bois utilisant une technique de combustion avancée (et certifiée par l'USEPA). Les concentrations plus faibles de particules dégagées par ce dernier se traduisent-elles par des émissions moindres de dioxines et de furannes ?

Chaque type de poêle a été soumis à des essais employant deux types de bois : érable à sucre (essence représentative du bois utilisé dans l'Est du Canada) ; épinette noire (représentative des combustibles utilisés dans le Nord et l'Ouest du Canada). Les essais ont été effectués en triple, pour chaque poêle à bois et chaque type de combustible. Nous avons prélevé et analysé les échantillons non seulement pour leur teneur en dioxines et en furannes, mais également en aromatiques polycycliques, en COV et en particules.

4.3.3 Dégagement de composés non méthaniques par les décharges

Le CTE a publié un rapport dans lequel sont estimés les dégagements de composés non méthaniques des décharges canadiennes. À l'aide de mesures et de coefficients d'émission du CTE, nous avons déterminé les quantités dégagées de dioxines et de furannes, d'aromatiques polycycliques, de COV, de mercure, d'oxydes d'azote, de composés soufrés et de composés organiques non méthaniques. Les COV comprenaient de nombreux polluants considérés comme toxiques et cancérogènes en vertu de la LCPE et énumérés dans l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP). Dans le cas de quatre COV, les quantités libérées par les décharges étaient supérieures aux quantités émises dans l'atmosphère selon l'Inventaire de 1996. Les quantités dégagées de chlorures de vinyle étaient supérieures de 50 % aux émissions atmosphériques selon l'Inventaire. Les émissions de dioxines, de furannes, d'aromatiques polycycliques et de mercure ne semblaient pas notables.

4.3.4 Inventaire national des rejets d'HCl et d'H_2SO_4

Nous avons accordé une aide technique aux responsables de l'INRP ainsi que de la DPGE, pour l'estimation des rejets d'HCl et d'H_2SO_4 par les centrales thermiques canadiennes. Le CTE a participé à la réunion annuelle sur l'INRP.

- **Émissions de mercure dues aux décharges**

Avec la collaboration de la région de l'Ontario et du CRA, le CTE participe à un programme de mesure du mercure dégagé par les décharges. Actuellement, ces concentrations sont entachées d'une forte incertitude. À l'aide de cartouches d'acier inoxydable nettoyés et purgés, le personnel du CTE a prélevé des échantillons de gaz de cinq décharges de l'Est de l'Ontario. Il a fait parvenir ces échantillons au CRA, à Egbert (Ontario), pour le dosage du mercure gazeux dans l'air ambiant, au moyen d'un appareil spécial. Si les résultats ont varié d'un emplacement à l'autre, les analyses préliminaires confirment la présence de mercure dans les gaz de décharge. De ce fait, on prévoit des travaux supplémentaires pour valider l'échantillonnage et l'analyse et prélever plus d'échantillons de décharges.

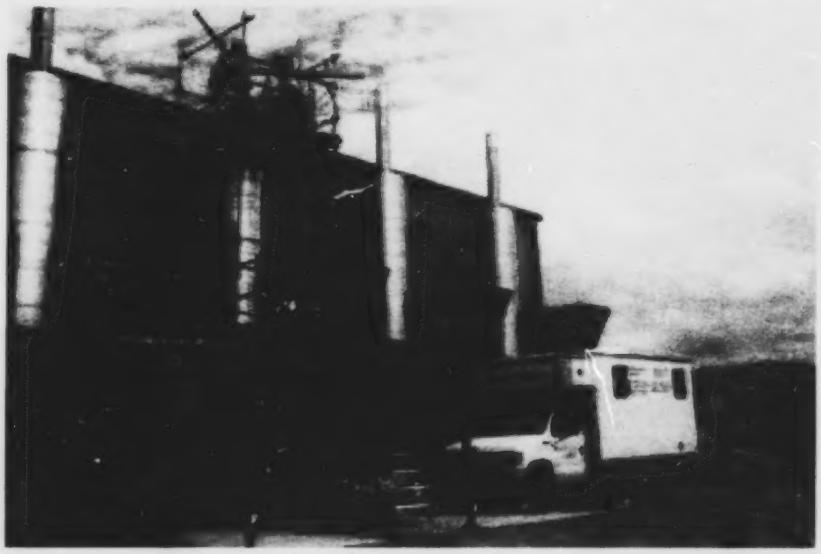
4.3.6 Brûleurs coniques

Des discussions ont eu lieu avec Terre-Neuve ainsi que la région de l'Atlantique concernant l'échantillonnage aux brûleurs coniques employés pour l'incinération des déchets solides urbains. À Terre-Neuve, on trouve une quarantaine de ces unités, principalement dans les collectivités éloignées. D'après les coefficients d'émission, ces unités se sont révélées une importante source de dioxines et de furannes au Canada.

4.4 Évaluation des émissions à la source et évaluation de la technique

4.4.1 Répercussions de la combustion des gaz de décharge sur l'environnement

Le protocole de Kyoto encourage la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Les gaz de décharge, produits par la décomposition des déchets organiques sur place, sont constitués à moitié de méthane. Au Canada, la combustion des gaz de décharge se traduit par la réduction de 6 Mt/an d'équivalent de dioxyde de carbone. Au pays, on pourrait doubler le tonnage ainsi résorbé. Si leur combustion réduit considérablement les répercussions des gaz à effet de serre, les gaz de décharge contiennent néanmoins de nombreux composés aliphatiques, aromatiques et halogénés. Ces COV ont été reconnus comme d'importants précurseurs du smog, alors que les fréons sont reconnus comme des substances destructrices de l'ozone. Les composés non méthaniques renferment aussi du chlorure de vinyle et du 1,3-butadiène, tous deux cancérogènes.



Les gaz de décharge sont brûlés dans un engin à combustion interne afin de générer de l'électricité

L'efficacité des torchères, des moteurs et des chaudières pour la destruction des constituants non méthaniques des gaz de décharge n'a été étudiée que de façon préliminaire au Canada. C'est pourquoi nous avons entrepris un programme conjoint entre la Division de la prévention des déchets du BNPP, des exploitants de décharges et le CTE. On voulait évaluer l'efficacité des brûleurs de gaz de décharge pour ce qui concerne la destruction des COV et l'éventuelle formation de substances significatives telles que les aromatiques polycycliques, les dioxines et les furannes. Les autres polluants dignes d'intérêt comprennent les particules, HCl, HF, NO_x, SO_2, CO. Cette information servira à mieux estimer les dégagements de gaz de décharge dans l'atmosphère.

Pour ce programme, nous avons effectué des échantillonnages dans trois emplacements, le premier en septembre 1999. On fait parvenir les gaz de la décharge Meloche, à Kirkland (Québec), à Highland Energy Inc., où on les introduit dans deux moteurs Caterpillar 3516, qui produisent 800 kW_e d'électricité, vendue ensuite à Hydro Québec. La deuxième décharge est située en Ontario. On y brûle les gaz dans deux chaudières. Le dernier emplacement est la décharge régionale d'Ottawa-Carleton, où on récupère et torche les gaz, sans transformation en électricité.

4.4.2 Évaluation et quantification des émissions de gaz à effet de serre par les décharges en exploitation

Avec la coopération de la ville de Calgary, la DRME a entamé un programme triennal d'évaluation et de quantification des gaz à effet de serre de trois décharges actuellement exploitées à Calgary. Pendant trois ans, on évaluera les émissions de ces décharges au cours de l'automne et du printemps suivant. Le CTE a terminé les phases automnale et printanière de l'évaluation de la décharge Shepard et la phase automnale de la décharge East Calgary, en septembre 1999. L'étude des décharges fait partie d'un programme de la municipalité visant à étudier les émissions de gaz à effet de serre produites par l'infrastructure en place. Les rapports sur les trois études sont terminés et ont été envoyés à la ville. L'étude permettra d'obtenir de précieux renseignements qui permettront d'étoffer les inventaires nationaux d'émissions.

À la demande de la ville de Saskatoon, le personnel du CTE a réalisé un programme de mesures des gaz de décharge pour déterminer les débits de dégagement du méthane et du dioxyde de carbone de la surface d'une décharge. Nous avons aussi prélevé des échantillons de gaz dans des puits, pour surveiller la production des composés organiques volatils. Un rapport final exposant dans le détail les débits d'émission du méthane et du dioxyde de carbone et les concentrations de COV prélevées dans les puits a été rédigé et envoyé à la ville de Saskatoon.

4.4.3 Émissions organiques de gaz de décharge

Le CTE a entamé un programme de mesure des COV des décharges aérées, qui est un prolongement du programme de mesure des gaz à effet de serre. Dans les gaz de décharge, on trouve un ensemble important de composés aliphatiques et aromatiques, y compris des molécules halogénées. Ces gaz sont parfois brûlés, ce qui peut engendrer des molécules organiques semi-volatiles telles que les dioxines, les furannes et les aromatiques polycycliques.

Jusqu'à ce jour, les études ont porté sur les variations à long terme des COV présents dans les gaz de décharge, sur les variations entre les décharges et sur les profils des constituants organiques, avant et après torchage. Nous avons aussi évalué l'efficacité des incinérateurs actuels de décharge à l'égard de la destruction des composés organiques. Nous avons dosé les dioxines, les furannes et les aromatiques polycycliques à la sortie d'un incinérateur de gaz de décharge, d'une torchère « chandelle » et d'un moteur à pistons. Les emplacements étudiés étaient la décharge régionale d'Ottawa-Carleton, sur la route Trail, et quatre autres décharges de la région métropolitaine de Toronto, de Cornwall, d'Aylmer et de Montréal.

En 1996-1997, nous avons entrepris un programme pour surveiller mensuellement les COV des décharges dans la région d'Ottawa-Carleton et autour. Il s'agissait des décharges des routes Trail et Ridge, de la route Cook (Aylmer), de celles de Cornwall et de Brockville. Le programme se poursuit.

4.4.4 Émissions des chaufferies de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) dans la Région de la capitale nationale (RCN)

Avec la coopération de TPSGC, la DRME a déterminé les émissions des chaufferies fédérales dans la RCN. En tout, nous avons prélevé des échantillons d'émissions de 23 chaudières situées dans 6 chaufferies centrales, pour y déceler le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et l'oxygène. Chaque chaudière a été testée sous trois conditions de charge et était alimentée soit en gaz naturel, soit en mazout. Les prélèvements ont eu lieu de janvier à mars 1999. Ces émissions permettront de constituer une base de données pour les chaudières fédérales et elles seront comparées à celles de l'industrie.

4.4.5 Aspects environnementaux de l'utilisation du charbon

Avec la coopération de la Commission géologique du Canada et de la DPGE, la DRME participe à un programme pluriannuel afin de déterminer le devenir, dans l'environnement, des métaux et des aromatiques polycycliques présents dans les charbons provenant de la météorisation, de l'utilisation et de la précipitation. Les études se dérouleront dans des centrales d'électricité de l'Alberta, de la Saskatchewan et de la Nouvelle-Écosse. Jusqu'à ce jour, elles sont terminées aux centrales Sheerness et H.R. Milner (Alberta). Ces études déboucheront sur la construction d'une base de données sur la distribution des éléments et des aromatiques polycycliques associés aux charbons canadiens.

4.4.6 Turbines fixes du Conseil national de recherches du Canada (CNRC)

À l'Institut de recherche aérospatiale du CNRC, nous avons réalisé un programme pour caractériser les aromatiques polycycliques, les COV et les carbonyles présents dans les gaz d'échappement de trois sources à turbines fixes, notamment la turbine à gaz de 6 700 HP à mono-arbre EGT Typhoon, le moteur turboréacteur 5408 de Pratt et Whitney et le duo PT-6 du même. Ces sources ont été testées pour évaluer les répercussions subies par les habitations dans les parages du campus du CNRC. Nous avons préparé un rapport que l'on a fait parvenir au CNRC.

4.4.7 Micro-chaufferie centrale dans les systèmes énergétiques communautaires

L'objet du programme est de mettre au point des techniques visant à améliorer l'efficacité thermique et le rapport coûts/efficacité des centrales à microturbines. Les essais porteront sur les microturbines de divers fabricants. En décembre 1998, nous avons effectué des prélèvements d'échantillons sur une microturbine Capstone de 28 kW_e, chez Ontario Hydro Technologies, à Toronto, pour la détermination des émissions massiques de NO_x, de CO, de CO_2 et d'hydrocarbures. D'autres essais sont prévus pour 2000.

Le programme donnera également lieu à la mise au point d'applications des microturbines à d'autres types de combustibles (gaz de décharge, biogaz) et à extrapoler la technologie de 25 à 200 kW_e en passant par 75 kW_e.

4.4.8 Recherche sur les torchères

Le CTE participe à un programme triennal avec le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, pour mettre au point un brûleur fermé, simple mais efficace, afin de remplacer les torchères actuellement utilisées pour le torchage du gaz en solution dans l'Ouest canadien. Les paramètres de conception ont été fournis pour l'installation pilote et le choix de l'emplacement des échantillonnages. L'installation pilote pourra éprouver différents types de torchères et simuler les vitesses de vent allant jusqu'à 60 km/h. Le personnel du CTE effectuera tous les prélèvements de matières organiques. Le projet est financé par le Programme de recherche et de développement énergétiques, par le truchement de la DPGE.

4.4.9 Génératrice de réserve pour l'immeuble Portage IV

Le CTE a évalué le rendement d'un catalyseur pour la réduction du CO et des NO_x dans les gaz d'échappement de la génératrice de réserve fonctionnant au carburant Diesel à l'immeuble de la Place du Portage IV, à Hull (Québec). Les résultats ont été compilés et envoyés à TPSGC.

4.5 Assurance et maîtrise de la qualité ; soutien technique

4.5.1 Rapport SPE 1/PG/7

Ce rapport couvre les protocoles et le cahier des charges pour la surveillance en continu des émissions gazeuses des centrales thermiques. Le CTE a fourni l'appui technique et logistique à un cours sur la surveillance continue des émissions, qui s'est donné dans tout le Canada et au Centre. Ce cours diffuse les connaissances sur la surveillance continue des émissions à toutes les organisations touchées par la mise en vigueur prochaine de règlements et de lignes directrices visant les turbines à gaz, les chaudières industrielles et commerciales ainsi que les centrales. Depuis 1993, il s'est donné 14 cours dans tout le Canada.

Le cours couvre le principe et le fonctionnement d'un système de surveillance des émissions en continu, les exigences pour que la technologie de cette surveillance se conforme aux lignes directrices projetées du CCME sur les NO_x et les COV et l'emploi de la technologie pour empêcher la pollution, grâce à une surveillance et à une maîtrise meilleure du processus. Outre le transfert de la technologie sur les mesures à la source, du CTE à l'industrie et à d'autres pouvoirs publics, le cours fournit aux participants des secteurs privé et public une tribune pour le partage à la bonne franquette des opinions et des expériences qui leur donnent l'occasion de mieux se comprendre mutuellement en prévision d'une éventuelle collaboration.

4.5.2 Incinérateur de Halifax

Nous avons fourni à la Région de l'Atlantique des conseils et des orientations techniques pour des essais de mesure du rendement portant sur l'incinérateur de l'aéroport de Halifax. Nous avons équipé l'incinérateur d'un brûleur de postcombustion et d'un laveur de gaz. Le personnel du CTE a assisté à tous les essais, fin mars 1999. Il a révisé le rapport final et fait parvenir ses observations à la Région. Les résultats serviront à déterminer si l'exploitant, D.P. Waste, satisfait aux lignes directrices du CCME relatives aux incinérateurs de déchets solides urbains.

4.5.3 Étalonnage

Nous avons donné une séance de formation à l'étalonnage au personnel de la Région de l'Ontario, à la soufflerie du CNRC et aux laboratoires du CTE. La séance a compris l'étalonnage des compteurs de gaz sec, des tubes de Pitot et des orifices critiques.

4.5.4 Comité d'agrément du MENVIQ

Des discussions ont eu lieu avec le MENVIQ concernant un mécanisme d'agrément des organisations effectuant des essais sur les sources au Québec. Le CTE agira à titre de conseiller indépendant pour le comité d'agrément.

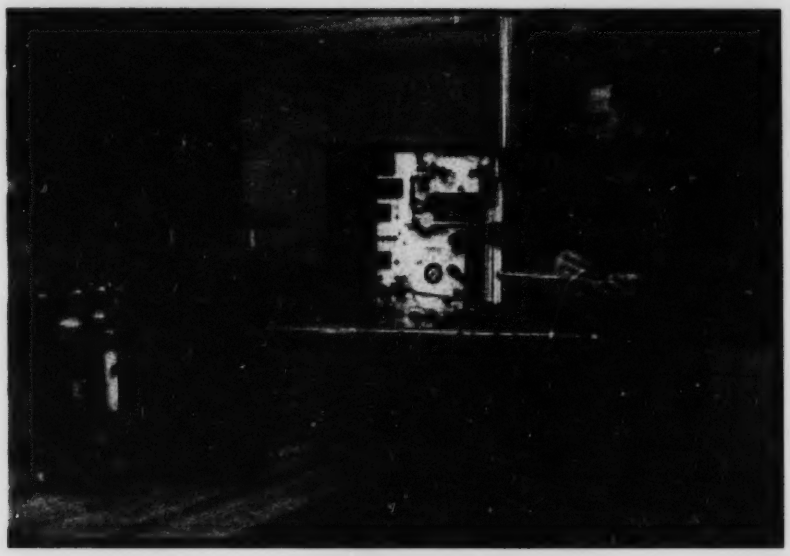
4.5.5 Plan national d'inspection et formation des inspecteurs sous le régime de la LCPE

Le CTE continue d'aider les bureaux régionaux du SPE chargés de l'application du Plan national d'inspection, en examinant les projets et plans d'essais de conformité, les systèmes d'assurance et de maîtrise de la qualité, avant les essais, la présence sur place ou l'audit des essais de conformité, la validation des données d'échantillonnage et l'examen ainsi que la formulation des recommandations sur l'acceptation des rapports finals des essais de conformité et il formule des observations à cet égard. Parmi les projets mixtes récents entre les régions et le CTE, mentionnons les travaux sur la conformité et l'application relatifs au Règlement sur le rejet de plomb de seconde fusion et les lignes directrices du CCME sur les incinérateurs de déchets solides urbains. Comme exemples mentionnons l'incinérateur de l'île du Cap-Breton, à Sydney (Nouvelle-Écosse) et celui de l'aéroport de Halifax.

4.5.6 Assurance et maîtrise de la qualité

Nous avons préparé l'ébauche d'un rapport sur un guide complet de l'assurance et de la maîtrise de la qualité pour les échantillonnages manuels en cheminée. Le document intègre tous les aspects des essais de conformité des émissions tels que l'audit, la présence sur place, l'étalonnage et, plus important encore, la sécurité. Une partie de cette information a déjà été diffusée dans les régions d'Environnement Canada et dans les provinces. Le document réunira tous ces sujets sous la même couverture.

4.5.7 Guide sur l'audit et la présence sur place des inspecteurs de la LCPE



Nous avons distribué le guide sur les audits et la présence sur place des inspecteurs de la LCPE afin de contribuer à répondre aux besoins des régions dans l'application du Plan national d'inspection. Le guide vise à aider les inspecteurs d'Environnement Canada à se doter d'une approche méthodique et cohérente à l'audit et à la présence sur place lors des essais sur les émissions.

Train d'échantillonage manuel pour produits organiques

L'approche décrite dans le guide a été appliquée avec succès à la surveillance de la conformité et aux programmes de grande notoriété. Le guide a également été distribué à des organismes provinciaux et municipaux de surveillance.

5. Mesure des émissions de source mobiles

5.1 Soutien aux programmes de réglementation et d'inventaire

5.1.1 Audits et enquêtes de conformité à la *Loi sur la sécurité des véhicules automobiles* (LSVA) et aux programmes d'AMQ

En collaboration avec Transports Canada, le CTE mène chaque année des essais sur les gaz d'échappement et les émissions de vapeurs de carburant et des essais sur la consommation de carburant par un parc d'une vingtaine de nouveaux modèles d'automobiles et de camionnettes. Le but de ces essais est de vérifier la conformité des émissions d'hydrocarbures totaux (HCT), de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO_X), de particules (MP) et d'émissions de vapeurs d'HCT aux normes fédérales contenues dans la LSVA. De plus, ces essais permettent de calculer exactement la consommation de carburant pour la comparer aux valeurs fournies par les fabricants.

Les essais comprennent la mesure des gaz d'échappement à – 7 et à 24 °C dans le banc d'essai des émissions automobiles à basse température du CTE. D'avril 1998 à mars 2000, Transports Canada a ajouté 12 motocyclettes de moyenne à grosse cylindrée au programme d'évaluation de la conformité. Des représentants du fabricant de motocyclettes Suzuki et de l'Association canadienne des détaillants de motocyclettes ont visité le laboratoire pour observer les essais. À l'appui de ce projet, le CTE participe à des programmes de corrélation des émissions et de l'essence de référence avec les grands fabricants d'automobiles et l'USEPA. Le CTE fournit aussi des installations d'essai et le soutien sous forme d'essais et le soutien technique aux enquêtes mixtes de l'industrie et de l'État sur les véhicules non conformes.

En 1998-1999, tous les véhicules du parc étaient conformes, mais un certain nombre, de la même famille de moteurs, n'ont pas respecté la consommation d'essence recommandée par le fabricant. En conséquence, Transports Canada a mis sur pied un programme pour obtenir et tester quelques véhicules semblables. Cette enquête se poursuit.

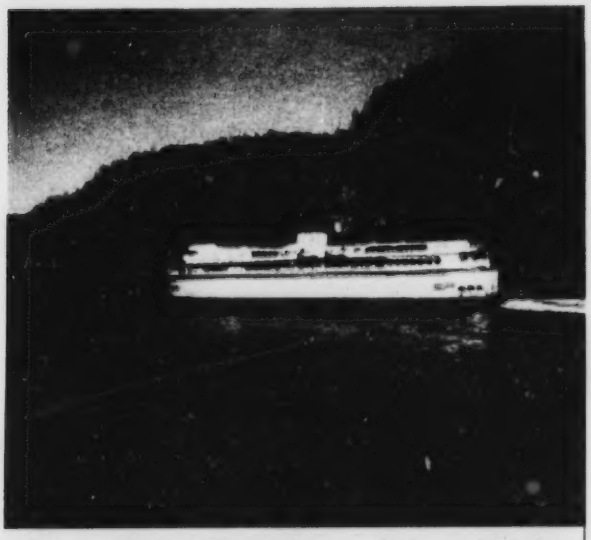
Essais d'opacimétrie sur les véhicules lourds. — En vertu du programme ontarien Air Pur, on exige maintenant des essais d'opacimétrie sur les diesels. La province a donc mis sur pied un programme de maîtrise de la qualité pour ces essais. La première étape a consisté à dresser la liste des équipements de contrôle qui seraient conformes aux exigences de la province, laquelle a désigné comme référence un protocole de la SAE. Afin d'entreprendre cette tâche, la province a demandé au CTE d'évaluer tous les opacimètres offerts et disponibles sur la liste des appareils approuvés. Pendant trois mois, le CTE a mené des essais exhaustifs sur 8 opacimètres.

5.1.2 Évaluation de dispositifs et d'additifs antipollution

Le CTE effectue des évaluations techniques et, parfois, des essais en laboratoire sur des produits lancés dans le commerce pour réduire les gaz d'échappement et la consommation de carburant. Ces essais, offerts à titre de service aux distributeurs et aux inventeurs moyennant recouvrement des coûts, sont parfois effectués conjointement avec un gestionnaire du parc automobile de l'État afin de déterminer les effets de ces produits sur les émissions et la consommation de carburant de ces véhicules. Le CTE offre cette évaluation à un certain nombre d'organismes publics de la Région de la capitale nationale et d'autres régions. Les gestionnaires d'un certain nombre

d'autres parcs publics, p. ex. de la Commission de transport d'Ottawa-Carleton, de Postes Canada et de la GRC, sollicitent aussi les conseils éclairés du CTE dans ce domaine lorsqu'ils discutent de ces produits avec des distributeurs et des inventeurs.

5.1.3 Émissions des navires



Queen of New Westminster, de la société des traversiers de la Colombie-Britannique

En collaboration avec l'industrie, le Centre de développement stratégique de Transports Canada et la Région du Pacifique et Yukon, le CTE a lancé la phase II du programme de mesure des émissions des navires afin d'évaluer et de démontrer les perfectionnements technologiques applicables aux moteurs de propulsion et d'appoint. D'avril 1998 à mars 2000, il a effectué en laboratoire l'évaluation de quatre techniques ou concepts et il en a testé une en situation réelle après l'avoir installée sur le moteur principal du *Queen of New Westminster*, de la société des traversiers de Colombie-Britannique.

Les évaluations en laboratoire comprenaient : l'ajout, au fioul, d'un additif au platine afin d'améliorer la combustion dans le moteur Diesel ; l'injection continue d'eau pour les systèmes de régulation (mécanique ou électronique) de la combustion ; un système de catalyse de l'oxydation ; la recirculation des gaz d'échappement (évaluée selon ceux d'un moteur au gaz naturel). Le programme de la phase II devait démontrer en situation réelle la réduction des émissions observée en laboratoire. Les essais sur les émissions ont été effectués avec tout le système en fonctionnement, pendant que le navire parcourait sa route habituelle. D'après les résultats, les émissions des oxydes d'azote ont diminué de 15 %, sans perte de rendement énergétique. Le travail se poursuivra dans le prochain exercice, avec l'étude de trois nouvelles techniques.

Afin de déterminer l'apport du trafic maritime au bassin atmosphérique de Vancouver, la Région Pacifique et Yukon et le CTE, avec le soutien de la société des traversiers de la Colombie-Britannique, ont entrepris une caractérisation qualitative des gaz d'échappement de l'un des moteurs principaux du *Queen of New Westminster*. Nous avons analysé des échantillons des gaz d'échappement quant aux COV, aux carbonyles et aux composés semi-volatils, aux dioxines et aux furannes.

5.1.4 Examens préliminaires des émissions des petits moteurs utilitaires

Nous avons réalisé un projet pour déterminer l'effet des combustibles reformulés sur les gaz d'échappement d'une série de petits moteurs utilitaires. Les essences reformulées et à faible teneur en éthanol faisaient partie de l'étude. La détermination des émissions a porté sur les substances réglementées ou non, dont les COV (en C_3 à C_{12}) et les composés carbonyles (aldéhydes et cétones).

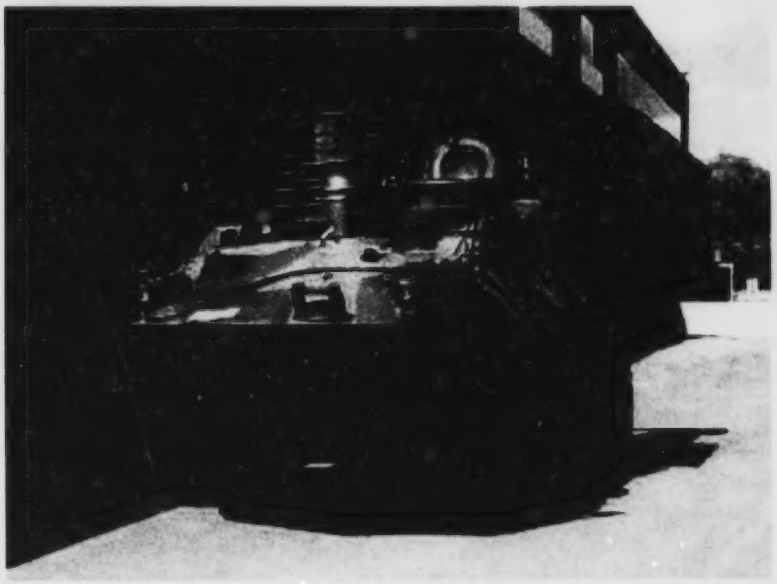
5.1.5 Pollution des véhicules récréatifs

Prolongement du programme des véhicules récréatifs de l'année précédente, un projet de corrélation a été mené avec le bureau de recherche sur les sources mobiles de l'USEPA, de Research Triangle Park. Le programme comprenait l'échange de moteurs entre les deux instances afin de vérifier les émissions réglementées ou non, en particulier les COV.

Pour dresser un inventaire des émissions de cette source, plusieurs moteurs de faible cylindrée ont été testés, notamment un moteur perfectionné, à quatre temps et 9,9 H.P., et un modèle plus ancien de 35 H.P.

Dans le cadre du travail visant à réduire la pollution de sources mobiles, nous avons mis sur pied un programme conjoint avec un fabricant de catalyseurs de Terre Neuve afin de mettre au point un système adapté à un moteur à deux temps de 9,9 H.P. Le dispositif a été intégré au système d'échappement et testé selon les protocoles établis par l'USEPA. Le rapport sur les essais et les résultats est en cours de rédaction.

5.1.6 Évaluations des émissions des véhicules de la Défense nationale (DN)



Véhicules de transport de troupes de la DN

Dans le cadre d'un projet conjoint avec la DN, le CTE a évalué les émissions dans divers garages d'entretien des véhicules de la Base militaire de Valcartier. Comme suite de cette étude, le CTE a caractérisé les gaz d'échappement des véhicules militaires de la Défense (transporteurs blindés de personnel, chars, etc.) avec charges opérationnelles simulées au laboratoire du CTE. Nous avons installé sur le véhicule un système d'échantillonnage spécialement conçu pour faire des prélèvements en cours de route afin de déterminer les émissions à la sortie du tuyau d'échappement et, dans certains cas, la qualité de l'air ambiant intérieur.

Après l'évaluation des cinq premiers véhicules (char Léopard, CI, M109, camion de 10 t, deux véhicules de transport de troupes), la Défense a demandé qu'on évalue les émissions de cinq autres. Les deux premiers, un Iltis et un camion de 1,25 t, ont été testés pendant la période visée par le présent rapport. La Défense a aussi demandé au CTE de déterminer l'impact d'un piège à particules pour moteur Diesel sur les émissions et les performances de l'un des véhicules à roues.

5.1.7 Étude de Santé Canada sur les émissions en garage

Comme phase initiale d'une étude de Santé Canada et du Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques (GRDE), conjointement, ainsi que du CTE et de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) pour déterminer les effets, sur la santé, des émissions de vapeurs des véhicules, le CTE a effectué des essais de référence sur ces émissions dans la réplique d'un garage fermé, à différentes températures. Dans les échantillons d'hydrocarbures alors recueillis nous avons caractérisé 175 composés. Nous avons ensuite placé le même véhicule dans un vrai garage afin d'en échantillonner l'air. Nous avons ensuite déterminé la migration des hydrocarbures vers l'intérieur de la maison.

Au cours de la période, nous avons mesuré les gaz d'échappement s'insinuant dans neuf maisons avec garage attenant. À cette fin, la SCHL a étudié la circulation de l'air dans les maisons, après quoi le CTE a installé des échantillonneurs spéciaux afin de mesurer la migration des émissions en trois périodes de la journée, quand les véhicules entrent et sortent du garage. L'échantillonnage et l'analyse comportaient le dosage de composés comme les COV, les carbonyles et les aromatiques polycycliques produits par la combustion de carburant fossile dans des moteurs à combustion interne.

L'impact de la circulation sur la qualité de l'air au centre-ville. — Un programme financé par l'Initiative de recherche sur les substances toxiques a été mis sur pied avec l'Université Carleton et la Région d'Ottawa-Carleton afin d'étudier la qualité de l'air « à hauteur de nez », dans le centre-ville d'Ottawa, durant la semaine ouvrable normale, et notamment durant la pointe. Le CTE a conçu et fabriqué des appareils pour échantillonner l'air à la hauteur du nez, notamment un certain nombre de composés toxiques comme les oxydes d'azote, les COV, les carbonyles, les aromatiques polycycliques et l'ensemble des particules. Ce travail a été mené durant les froids de janvier, afin de compléter l'étude estivale préalablement effectuée avec Carleton.

Dans le cadre du PRDE et avec l'appui des directions Systèmes de transport et Données sur la pollution, nous avons mené une évaluation des particules fines émises par les véhicules à essence comme les automobiles et les motocyclettes. Nous avons utilisé des échantillonneurs cyclones capables de doser les particules de 1, 2,5 et 10 microns, pendant que les véhicules fonctionnaient sur les bancs d'essai en laboratoire. Dans une deuxième phase, nous avons analysé l'air ambiant d'un tunnel de Vancouver, au moyen du même système d'échantillonnage, avec, cette fois, le concours de la Région Pacifique-Yukon, le District métropolitain de Vancouver, le programme *Clean Air* de la Colombie-Britannique et l'Université de la Colombie-Britannique.

Véhicules récréatifs Bombardier. — À l'appui de l'arrivée du Canada sur le marché des véhicules tout-terrain (VTT), le CTE a fourni à Bombardier des essais équivalents à ceux que requiert la certification aux termes du *California Air Resources Board (CARB)* et de l'USEPA. Grâce aux résultats, les véhicules ou les moteurs ont été réétalonnés et optimisés afin de satisfaire aux exigences américaines. Cette solution est temporaire, en attendant que Bombardier se dote de ses propres capacités de certification des émissions.

Moteur de locomotive AMF-ALCO. — AMF-ALCO est un reconstructeur canadien de moteurs pour les locomotives de partout en Amérique du Nord. Face aux nouvelles exigences de l'USEPA pour la réduction des émissions des moteurs reconstruits, AMF a mis au point une technologie conforme aux normes. En quête des données expérimentales à l'appui de ses

prétentions, AMF a demandé au CTE d'éprouver son moteur de 3 000 H.P. sur le terrain, conformément aux protocoles en vigueur. Le CTE a évalué deux conditions touchant des modifications à l'injection de carburant et à l'admission d'air.

Soutien au renforcement des capacités en Colombie. — En vertu d'un protocole d'entente avec l'*Instituto Colombiano de Petroleo (ICP) ECOPETROL*, centre de recherche du producteur de pétrole de Colombie, le CTE a assuré la formation et le transfert technologique à l'appui de la mise à niveau d'un centre d'essais pour les gaz d'échappement. La phase I du projet a comporté 8 semaines de formation pour deux chercheurs de l'ICP et le développement d'un système spécialisé d'échantillonnage pour la caractérisation des gaz d'échappement. On étudie pour le prochain exercice de nouvelles demandes de transfert de technologie de la part de la Colombie.

5.2 Soutien aux technologies plus propres

5.2.1 Carburants de remplacement, carburants reformulés

Biodiesel. — Afin de déterminer l'impact pour l'environnement des carburants biodiesel, la DST et le CTE ont élaboré un programme conjoint, avec le soutien de Santé Canada, pour caractériser les gaz d'échappement d'un moteur Diesel de puissance intermédiaire et haut régime (Cummins 5,9 L). Nous avons utilisé pour cet essai un carburant spécialement formulé (20 % d'ester méthylique, 80 % de carburant Diesel peu soufré). Nous avons caractérisé les COV, les carbonyles, les aromatiques polycycliques et les APN. Un rapport d'essai a été rédigé et transmis à la DST et à Santé Canada.

Diméthyléther (DME). — En collaboration avec Ressources naturelles Canada, la DST et Advanced Engine Technology, nous avons mesuré les gaz d'échappement d'un moteur Diesel Cummins 5,9 converti pour fonctionner au DME. Advanced Engine Technology, entrepreneur principal du projet, a mis au point le système d'alimentation du moteur par injection directe. Une fois fonctionnel, le moteur a été déménagé au laboratoire du CTE pour des essais sur les émissions et les performances, comparativement avec le moteur d'origine. Les éthers étant considérés comme des substituts possibles au carburant Diesel, une analyse minutieuse des gaz d'émission a été effectuée, notamment sur les COV, les composés carbonylés, les éthers et les HAP.

Les essences à faible teneur en éthanol. — En raison de l'utilisation accrue des essences à faible teneur en éthanol (contenant de 2 à 10 %), un programme a été lancé avec la DST afin d'étudier l'effet des émissions et la performance des véhicules d'une année automobile récente, quand le pourcentage d'éthanol passe de 15 à 30 %. Trois véhicules ont été testés au laboratoire du CTE avec ces mélanges à plus forte teneur en éthanol, à température normale (25 EC) et basse (-18 °C). Nous avons observé quelque diminution des émissions de CO_2, NO_X et CO. Les carbonyles, en revanche, ont sensiblement augmenté. On prépare un rapport sur ce travail.

Sables bitumineux canadiens et carburants Diesel reformulés. — Syncrude, Shell, PetroCanada, l'Institut canadien des produits pétroliers, Ressources naturelles Canada, le ministère de l'Environnement des États-Unis et le CTE ont conjointement appuyé l'évaluation des gaz d'échappement de trois moteurs Diesel polycylindriques alimentés en carburants

reformulés, c'est-à-dire quatre paires assorties de carburants tirés des sables bitumineux canadiens et de carburants classiques tirés du pétrole brut. Trois moteurs de grande puissance fabriqués en 1995 ont été utilisés dans ce programme : un Detroit Diesel Series 50, un Cummins N-14 et un Caterpillar 3406. À chaque essai, nous avons déterminé les émissions réglementées et le CO_2. Nous avons terminé les mesures sur deux des moteurs en 1997-1998, et le dernier moteur a été testé au cours de la période visée par le présent rapport. Shell Canada, Syncrude et Environnement Canada ont préparé un rapport conjoint.

Catalyseurs d'oxydation et capteurs de particules pour moteurs Diesel de grande puissance. — Un programme a été mis sur pied avec l'organisation États du Nord-Est pour une gestion coordonnée de l'utilisation de l'air (NESCAUM) et financé par l'USEPA afin d'étudier l'effet de l'installation de pièces de rechange sur les gaz d'échappement des véhicules tout terrain. Les essais de laboratoire sur les moteurs ont porté sur trois techniques, après fonctionnement en service. On voulait déterminer l'impact de ces techniques au bout de six mois d'essais en situation réelle hors route. Les résultats ont montré une baisse marquée de l'efficacité de la réduction des émissions. On intégrera les résultats du projet dans le rapport final du projet dirigé par les NESCAUM.

Moteur Diesel de grande puissance

Capteurs de particules pour diesel. — Ces capteurs peuvent réduire de 95 % les émissions de particules de taille égale ou supérieure à 10 µm. Quoique ayant démontré leur efficacité, les capteurs s'encrassent très rapidement sans pouvoir se régénérer, ce qui pose un grave problème de durabilité. Une technique de régénération continue, mise au point par Johnson Matthey Inc., sera mise à l'essai pendant deux ans sur les autobus de la commission de transport de New York.

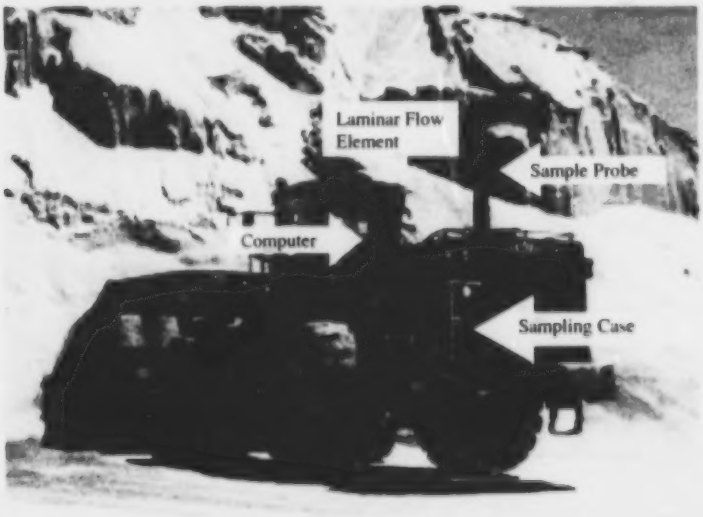
Le ministère de la Conservation de l'environnement de l'État de New York, de concert avec la commission, Johnson Matthey Inc., Equilon Enterprises et Corning Inc., a élaboré un plan pour en équiper 40 autobus. Quatre autobus serviront à éprouver la réduction des émissions, la performance du véhicule et la durabilité. Le CTE, avec le concours d'OC Transpo, fournira le savoir-faire expérimental et les installations. Pendant les essais sur les gaz d'échappement, le CTE dosera les composés réglementés, les COV, les carbonyles et les aromatiques polycycliques, tandis que New York effectuera la granulométrie des particules.

5.2.2 Mise au point de techniques antipollution

Maîtrise des émissions des moteurs au propane. — Les moteurs au propane trouvent diverses applications à l'intérieur (chariots élévateurs dans les entrepôts ; resurfaceuses de glace des patinoires intérieures). Afin de réduire la pollution de ces sources, un fabricant canadien de catalyseurs a demandé au CTE de tester un moteur de chariot élévateur équipé d'un catalyseur d'oxydation spécialement conçu pour le propane. Les résultats des données de fonctionnement ont permis à la compagnie d'optimiser son système.

Capteur de particules des moteurs Diesel (pour tous les types de véhicules). — NETT, fabricant canadien de dispositifs antipollution, éprouvait des problèmes de sulfatation dans un de ses capteurs destinés à des moteurs fixes. Il a fait appel au CTE pour évaluer la conception de divers substrats par capteurs conçus sur un petit moteur Diesel à haut régime. Nous avons ainsi vérifié une grille de substrats et de températures d'échappement pour déterminer le moment de la sulfatation. Ce travail se poursuit.

Réduction des gaz d'échappement des autobus urbains. — Les premiers capteurs efficaces de particules émises par les moteurs Diesel ont été mis au point dans les mines. La technologie est désormais adaptée aux véhicules routiers, plus particulièrement aux autobus urbains. Johnson Matthey Inc., fabriquant de capteurs de particules, a mis au point une technologie capable d'en régénérer le substrat et d'en éliminer les particules adhérentes. Afin de faire la démonstration de cette technique de régénération continue, le ministère de la Conservation de l'environnement de l'État de New York, la Commission de transport de la ville de New York, Johnson Matthey Inc., Equilon Enterprises, Corning Inc. et le CTE participent à un programme en vertu duquel quatre autobus de New York seront équipés de cette technologie pour environ un an. Le CTE analysera les gaz d'échappement en laboratoire, afin d'évaluer la performance du capteur. Ce projet se poursuit.



Mesure des émulsions de carburant Diesel dans une mine de sel

Émulsions de carburant Diesel. —Pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO_X) des moteurs Diesel, on pourrait ajouter un peu d'eau à la chambre de combustion. Une variante de cette méthode est l'emploi d'émulsions de carburant. Lubrizol, gros fabricant mondial d'additifs pour carburants, a mis au point une émulsion aqueuse de carburant Diesel avec un surfactif, le PuriNO_X®. Afin d'en faire la démonstration, le CTE et Lubrizol ont mené, en collaboration, des essais dans une mine de sel

près de Cleveland (Ohio). Le CTE a fourni l'équipement spécial d'échantillonnage pour mesurer les gaz d'échappement du gros moteur Diesel d'une chargeuse à pelle frontale, alimentée d'abord en carburant Diesel normal, puis en carburant émulsifié. Les résultats indiquent une réduction d'environ 30 % des NO_X et des particules totales, accompagnée d'une perte de 8 à 10 H.P.

Catalyseurs d'oxydation et filtres à particules pour moteurs Diesel de grande puissance. — Ce programme pluriannuel s'est terminé en 1998-1999, faute de financement. Ce projet avait néanmoins une valeur inestimable pour un fabricant canadien d'équipement antipollution de rechange, qui y voyait une vitrine où la technologie canadienne pouvait côtoyer l'américaine. Le programme a fourni aussi aux fabricants canadiens un moyen d'obtenir les précieux renseignements requis pour la certification pour le programme *Engine Rebuild* de l'USEPA.

L'éther dipentylique, additif pour le carburant Diesel. — On envisage d'employer des éthers comme additifs pour réduire les émissions toxiques (particules et oxydes d'azote) habituellement imputables au carburant Diesel. Un programme a été mis sur pied en collaboration avec Santé Canada afin d'étudier les effets de l'additif éther dipentylique sur la performance et les émissions. Santé Canada et la DRME ont collaboré à l'échantillonnage et à l'analyse d'une série de composés d'émission non réglementés, notamment les COV, les carbonyles et les éthers. On rédige un rapport sur les résultats des travaux. On planifie d'autres travaux conjoints sur d'autres éthers.

Système d'injection de gaz naturel à rétroaction continue. — Avec l'appui de Ressources naturelles Canada, le Conseil de recherches de la Saskatchewan a élaboré un système d'injection de gaz naturel gérant la consommation de carburant par rétroaction continue. Ce dispositif abaisse les émissions au point de respecter les normes de faibles émissions proposées pour les véhicules en Californie. Le CTE a contribué à ce projet en concourant aux essais sur les émissions visant à parfaire le système d'alimentation. Le travail, qui comportait l'évaluation des catalyseurs, des essais de certification et des essais sur les carburants en tubulure d'alimentation, a porté sur les effets des proportions air/carburant. Pour la période visée par le rapport, cette technologie est devenue le centre d'attention du Projet d'intervention rapide contre le changement climatique en ce qui a trait à la conversion des véhicules avec équipement d'origine en Roumanie. Ressources naturelles Canada a mis sur pied un programme avec le fabricant Dacia pour convertir ses nouveaux modèles de véhicules au gaz naturel en utilisant cette technologie propre.

5.2.3 Véhicules et moteurs de remplacement

Autobus urbain hybride (carburant Diesel-électricité) d'une capacité de 40 passagers. — Les deux principaux fabricants canadiens d'autobus, Orion et Novabus, développent des groupes propulseurs hybrides pour les autobus urbains. Avec la collaboration de Lockheed Martin pour les systèmes de commande, ils ont mis au point des prototypes qu'ils ont fait parvenir au CTE pour des essais. Ce travail a mené à l'optimisation des systèmes de commande et la réduction des émissions et de la consommation de carburant du moteur Diesel. Ces modèles sont en cours de fabrication et destinés au marché américain.

Démonstration de conversion au gaz naturel des motocyclettes de l'État égyptien. — De concert avec Industrie Canada et de la compagnie canadienne YugoTech, le CTE fournit son savoir-faire technique dans les domaines des gaz d'échappement et des essais sur ces derniers à un programme international visant la conversion au gaz naturel des motocyclettes du parc de l'État égyptien. Le projet, financé par le programme fédéral sur le changement climatique, a commencé en novembre 1999, par un voyage en Égypte pour discuter de la proposition avec les fonctionnaires, les fournisseurs de gaz naturel, les convertisseurs et les fabricants de motocyclettes. Le premier dispositif sera prêt au cours du prochain exercice financier, après quoi auront lieu des essais sur les gaz d'échappement, au CTE.

6. Soutien aux interventions en cas de déversement

6.1 Résumé de l'aide sur place et à distance

La liste ci-dessous énumère des exemples du soutien fourni par le CTE lors d'éco-urgences :

- prestation de conseils sur les propriétés, le comportement, le devenir et les effets sur le milieu des matières dangereuses, grâce à l'expérience et au savoir fondés sur des guides et des bases de données à jour ;
- essais en laboratoire pour déterminer les caractéristiques physiques, chimiques et écotoxicologiques de matières dangereuses ainsi que l'efficacité et les effets des agents de traitement des déversements ;
- prestation de conseils et de services de laboratoire pour l'analyse de paramètres organiques et d'une grande variété d'éléments inorganiques toxiques dans des échantillons souillés et complexes ;
- aide à l'identification des sources potentielles de déversement et à l'estimation du temps écoulé depuis le déversement ;
- modélisation du comportement et du déplacement de la substance déversée, au moyen des modèles et des techniques les plus perfectionnés ;
- prestation de conseils et formation sur la protection du personnel d'intervention d'urgence ;
- prestation de conseils et soutien direct pour un suivi optimal du danger pour les êtres humains et le milieu lors des urgences en matière de pollution ;
- prestation de conseils et soutien direct pour le prélèvement d'échantillons sur les lieux de déversements ;
- prestation de conseils, soutien sur le terrain et télédétection aérienne des matières déversées ;
- prestation de conseils et soutien sur le terrain pour l'installation et le fonctionnement des appareils de prélèvement de polluants de l'air ambiant ;
- interprétation des données sur la qualité de l'air ambiant et évaluation des impacts des polluants observés ;
- prestation de conseils et évaluation concernant les mesures d'intervention contre les déversements, notamment la localisation, la récupération, le traitement et l'élimination ;
- essais de laboratoire à petite échelle et construction d'une base de données pour aider à choisir les bonnes techniques de nettoyage des déversements pétroliers ou chimiques, par exemple pour déterminer l'efficacité des sorbants d'hydrocarbures offerts sur le marché ou de formulation nouvelle ;
- soutien particulier, sur place, au nettoyage ou démonstration de la technique sur les lieux de déversements chimiques et aux dépôts non sécuritaires de substances dangereuses, grâce au déploiement de prototype de systèmes perfectionnés et mobiles de traitement de l'eau et du sol ;
- examen technique de l'utilisation possible de divers types de mesures d'intervention ou d'appareils d'élimination face aux déversements d'hydrocarbures.

6.2 Déversements et accidents combattus avec l'aide du CTE

Au cours des 20 dernières années, le CTE a fourni au nom du Ministère la plus grande part des avis techniques, des services centralisés de laboratoire et du soutien spécialisé sur le terrain lors des interventions contre les urgences de ressort fédéral en matière de pollution. Les accidents polluants au cours desquels le CTE a fourni avis et renseignements, du 1er avril 1998 au 31 mars 2000, sont énumérés dans le tableau 1. Un exemple récent comportant l'évaluation des risques et de la contamination sur le terrain est par la fuite de phénol et de formaldéhyde près de Témiscaming (Québec). Le CTE a aussi fourni l'unique service de télédétection aérienne lors de l'écrasement du vol 111 de Swissair, au large de la Nouvelle-Écosse, en septembre 1998.

Technicien vérifiant son équipement environnemental

Tableau 1. — Déversements contre lesquels le CTE a prêté son concours (d'avril 1998 à mars 2000)

	Date	Lieu	Province ou État	Matière
1998	8 avril	Canal de Lachine	Qc	Huile lourde inconnue
	3 juin	Montréal	Qc	Phosphure d'aluminium
	20 juin	Plage de Point Lance	T.-N.	Analyse d'échantillons d'oiseaux mazoutés morts
	3 août	Les Élévateurs de Sorel	Qc	Aluminium
	4 août	Little Lawn Beach	T.-N.	Huile noire
	5-7 septembre	St. Margaret's Bay	N.-É.	Écrasement du vol 111 de Swissair
	5-10 septembre	Vol 111 de Swissair	N.-É.	Recherche d'huile ainsi que recherche et sauvetage
	16 septembre	Fleuve Saint-Laurent	Qc	Brut léger
	23 septembre		Ont.	CANUSLAK — huile de soute C
	27 octobre	Rivière Saguenay	Qc	Bois pour panneau de fibres
1999	11 janvier	Montréal	Qc	Incendie dans un élévateur de blé
	5 février	Coos Bay	Oregon	New Carissa, avec 200 000 gallons de fioul
	9 mars	Fleuve Saint-Laurent	Qc	Source inconnue d'huile
	19 mars	Pt. Lepry	N.-É.	Huile de graissage légère
	21, 23-25 mars, 7 avril	Havre-Saint-Pierre	Qc	Vraquier Gordon C Leetch, avec fioul intermédiaire 180
	14 avril	Come-by-Chance	T.-N.	Fioul intermédiaire 380
	20 avril	St. John	N.-B.	The Caribbean, avec Mobil Therm 603
	19 mai	Montréal	Qc	Explosion d'un réservoir de brut
	16-17 mai	Témiscaming	Qc	Formaldéhyde et phénol
	2 juin	Long-Point	Qc	Chlore
	10 juin	Linton	Qc	Carburant Diesel
	18 juin	Fleuve Saint-Laurent	Qc	Source inconnue d'huile
	23 juin	Beauharnois	Qc	Incendie de polychlorure de vinyle (HCl, dioxines, COV, etc.)
	9 juillet	King's Landing	N.-B.	Nitrate d'ammonium, carburant Diesel, détonateurs
	17 juillet	Cornwallis	N.-É.	Incendie de pneus
	22 juillet	Homepayne	Qc	Carburant Diesel
	31 juillet	Montréal	Qc	Incendie d'entrepôt — plomb
	9 août	Calgary	Alb.	Incendie chez le recycleur Hub Oil Recycling
	25 août	Tilson	Minnesota	Odeur de gaz acide
	27 août	Empl.^{ent} de la DN	Bosnie	Surveillance de l'atmosphère
	Août	Placentia Bay	T.-N.	Analyse de l'eau sur les lieux d'une marée noire
	10 septembre	Fleuve Saint-Laurent	Qc	Source d'huile inconnue
	20 septembre	Rive-Sud, Montréal	Qc	Incendie chez un ferrailleur
	21 septembre	Toronto	Ont.	Incendie de transformateurs
	21 septembre	Victoria	C.-B.	Déversement mystérieux de fioul (mazout lourd C ?)
	28 septembre	Pont de la Confédération	Î.-P.-É.	Camion-citerne (HCl)
	28 septembre	Windsor	Ont.	Explosion et incendie (styrène, carburant Diesel, dibrométhylène)
	28 septembre	Campbellton	N.-B.	Hécatombe de poissons (phénol)
	28 septembre	Châteauguay	Qc	Incendie dans un parc industriel (NH_4NO_3)
	30 septembre	Jasper	Alb.	Déraillement (essence, NH_4NO_3)
	10 novembre	Cap-Tourmente	Qc	Échouement (clinker)
	17 novembre	Oakville	Ont.	Raffinerie (méthyléthylcétone, hydrazine, carburéacteur, mazout lourd)
	24 novembre	Burrard Inlet	C.-B.	Huile de canola
	25 novembre	Montréal	Qc	Analyse de l'eau sur les lieux d'un déversement de pétrole
	7 décembre	Vancouver	C.-B.	Styrène
2000	2 janvier	Saint-Hilaire	Qc	Déraillement (chlorate de sodium)
	13 janvier	Vaughn	Ont.	Station de traitement (acide chromique)
	9 février	Port Hawkesbury	N.-É.	Émanation de gaz sur un chantier de dragage (gaz inconnu)
	11 février	North Sydney	N.-É.	Camion porte-conteneurs au terminal d'un ferry (hydrosulfite de sodium)
	22 février	Montréal	Qc	Nonanol
	15 février	Hongrie		Cyanure
	3 mars	DRME/CTE	Ont.	Comparaison de sources d'huiles
	14 mars	Fredericton	N.-B.	Styrène, vinyltoluène, divinylbenzène
	17 mars	Temagami	Ont.	Acide sulfurique

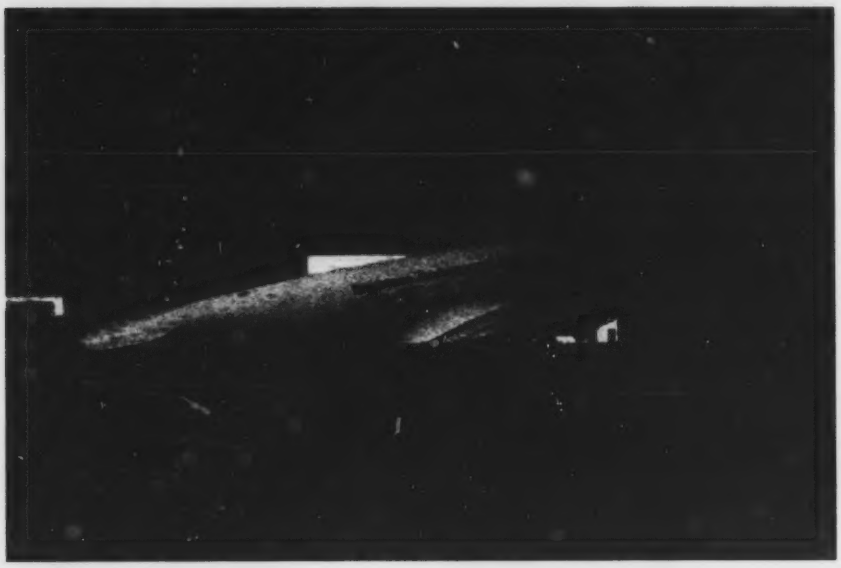
7. Mesure, comportement et effets des déversements

7.1 Opérations de télédétection aérienne

Le CTE possède et utilise deux aéronefs à des fins de télédétection. Ils servent en premier lieu à la mise au point de capteurs et de techniques de détection des nappes d'hydrocarbures. Les appareils servent aussi sur un vaste territoire, contre recouvrement des coûts, à d'autres applications comme la cartographie radar de cibles marines et terrestres, des essais de radar, la détection de cibles de défense et la photogrammétrie aérienne.

7.2 Fluorodétection laser des hydrocarbures

Les fluorocapteurs laser offrent de grandes possibilités à la télédétection des nappes d'hydrocarbures, qu'ils peuvent distinguer sans équivoque des nombreuses causes d'interférence comme la végétation et le roc de même couleur et les « fausses nappes » créées par le vent. De telles interférences ont compliqué la détection et la cartographie de gros déversements comme celui de l'*Exxon Valdez*.



DC-3 utilisé pour la télédétection

Un prototype ancien, le fluorocapteur « environnemental » laser, équipait l'avion DC-3 appartenant au CTE. Il a été testé au-dessus de plusieurs nappes d'hydrocarbures et de lieux de rejet, et son rendement a dépassé toutes les attentes. Des employés lui ont fabriqué de nouvelles composantes électroniques, le rendant capable de produire, en temps réel, des tracés d'une précision quasi cartographique et plusieurs autres outils d'analyse. L'appareil a été utilisé avec succès à la suite de l'écrasement du vol 111 de Swissair au large de la Nouvelle-Écosse, en septembre 1998.

Plus récemment, un nouveau modèle, le fluoroscanneur laser aéroporté pour l'étude de l'environnement a été installé sur le DC-3 et il subit ses essais en vol. Conçu de 1994 à 1996, il a été parachevé en 1998, par Barringer Research et Optech de Toronto. Le nouvel appareil offre une capacité de balayage (lacune importante des anciens instruments), un puissant laser de la plus récente technologie (dix fois plus puissant) et un écran électronique intégré.

La recherche sur les fluorocapteurs laser est financée conjointement par Environnement Canada, le *Minerals Management Service* des États-Unis, le Programme d'innovation pour l'environnement et Transport Canada.

7.3 Capteur aéroporté de l'épaisseur des nappes d'hydrocarbures

Connaître l'épaisseur de la nappe est important pour maximiser l'efficacité des opérations de récupération ou de traitement des hydrocarbures. Il existe un détecteur capable de fournir une mesure absolue de l'épaisseur de la nappe d'hydrocarbures. Ce détecteur (LURSOT pour *Laser Ultrasonic Remote Sensing of Oil Thickness*) de télédétection de l'épaisseur de la nappe d'hydrocarbures par lasers et ultrasons utilise trois lasers, dont le premier transmet une impulsion acoustique à la couche d'hydrocarbures. Le temps de vol de l'impulsion dans l'hydrocarbure, qui dépend de l'épaisseur de la nappe, est mesuré du haut des airs par interférométrie laser.

Une maquette pleine grandeur du système a été testée avec succès dans une cuve à houle, jusqu'à la distance de 90 m. On l'a ensuite installée et testée dans un avion. L'appareil fonctionnait au sol, mais pas en vol. Cette défectuosité a été attribuée à une possible non-colinéarité des faisceaux laser, à la capture de signaux ou vibrations acoustiques externes par le détecteur et à la sensibilité thermique du laser de détection. La maquette a été modifiée pour corriger ces problèmes, au moyen d'un nouveau détecteur photoréfractif associant propriétés optiques et ultrasons. En 2000, le nouvel appareil sera testé en vol.

La recherche sur le capteur d'épaisseur des nappes d'hydrocarbures est financée conjointement par l'U.S. Minerals Management Service, Environnement Canada et Imperial Oil.

7.4 Modélisation des déversements

Le CTE offre des services variés de modélisation des déversements, contre plein recouvrement des coûts. Les modèles World Oil Spill et OilMap pour Windows sont utilisés comme outils élémentaires de modélisation des déversements pétroliers. Si le CTE continue de participer aux travaux des comités de modélisation, il a toutefois suspendu ses propres plans de construction et d'application de modèles améliorés, faute de financement.

7.5 Projets d'analyse des déversements chimiques

Le CTE continue de développer des techniques analytiques et de fournir des services spécialisés connexes pour aider les intervenants contre les déversements, que ce soit sur le terrain ou à distance. Il possède des véhicules transportant une gamme d'appareils portatifs ou transportables pour permettre des évaluations rapides du danger sur le terrain. On élabore continuellement des méthodes de laboratoire, le but final étant de pouvoir utiliser les méthodes ainsi améliorées sur le terrain. Les techniques perfectionnées d'échantillonnage, comme au moyen d'hélicoptères télécommandés, ont aussi été peaufinées et utilisées pendant la période visée par le rapport. Des véhicules auxiliaires ont aussi été construits, notamment un prototype de décontamination et des unités de commandement et de communications pour les équipes de soutien. Tout travail de terrain s'effectue désormais contre plein recouvrement des coûts.

Le CTE renouvelle et actualise constamment ses publications de référence sur les propriétés, le devenir et les effets de plus de 5 000 composés chimiques et hydrocarbures dangereux. Cette documentation est extrêmement utile lors des déversements et pour la recherche.

7.6 Propriétés et analyse des hydrocarbures

Collaboration avec des scientifiques invités

La connaissance des propriétés et du comportement des hydrocarbures est essentielle à la prédiction du devenir et des effets des hydrocarbures déversés dans l'environnement et au choix des bonnes techniques de nettoyage et de récupération, tout en garantissant leur efficacité. De nouvelles techniques de mesure sont en cours d'élaboration, tout comme des techniques « d'analyse totale » capables de quantifier plus de 350 composés dans les hydrocarbures. Nous avons mis au point des méthodes pour analyser les constituants généraux des hydrocarbures, notamment les paraffines, les résines et les asphaltènes. On effectue des études pour corréler la dispersion, l'émulsification et d'autres formes de comportement de ces constituants.

Le CTE mène aussi des études pour améliorer l'analyse des hydrocarbures à des fins environnementales, comme trouver des moyens rapides pour mesurer la solubilité et de nouvelles méthodes de météorisation et de dispersion afin de simuler au laboratoire les processus naturels. Ces méthodes ont servi dans l'étude du devenir et du comportement des nappes et pour déterminer la source de déversements non déclarés. D'avril 1998 à mars 2000, nous avons pu remonter à la source possible de sept déversements « mystérieux ».

7.7 Projet de centralisation des connaissances sur le comportement des hydrocarbures déversés

Ce projet important, cofinancé par l'U.S. Minerals Management Service, vise à centraliser tout l'acquis des projets conjoints précédents, y compris dans les publications, concernant le comportement des hydrocarbures déversés. Il n'existe pas encore de telle compilation. Plus de 9 000 références ont été rassemblées et examinées sommairement. Lorsqu'il sera terminé, ce projet donnera lieu à une publication marquante, réunissant non seulement des recensions, mais aussi des tableaux de données et des résultats non publiés. Cela rendra possible la réévaluation des processus et l'utilisation des données pour comprendre le comportement des déversements et la modélisation de leur devenir. D'avril 1998 à mars 2000, nous avons parachevé l'examen détaillé des publications portant sur les hydrocarbures dans la glace et nous avons entrepris l'examen de la solubilité des hydrocarbures dans l'eau.

7.8 Essais sur les substances déversées et élaboration de méthodes biologiques

Il est important de pouvoir déterminer la toxicité et de comprendre l'impact des substances déversées (ou susceptibles de l'être) dans l'environnement. Ces renseignements influent sur les prédictions des répercussions sur l'environnement et le choix des options d'intervention et de nettoyage. Le CTE poursuit ses essais biologiques sur une variété de substances chimiques et d'hydrocarbures pétroliers. Récemment, nous avons insisté davantage sur la mise au point de modes opératoires toxicologiques reproductibles et fidèles. Le CTE a été un partenaire actif dans les efforts visant à étendre l'utilisation et l'acceptation des méthodes et des données biologiques. Quinze méthodes de référence ont été produites, offrant un choix varié aux laboratoires canadiens, aux gestionnaires de programmes et aux autorités de réglementation d'Environnement Canada.

Sur beaucoup de substances les essais sont difficiles à réaliser, en raison de leur faible solubilité ou de leur tendance à se transformer dans l'eau. Pour mesurer la toxicité en milieu aquatique d'une de ces substances assez courantes, nous avons entrepris d'élaborer une méthode normalisée de préparation d'une fraction hydrosoluble d'hydrocarbures pétroliers. Le projet, qui a suscité beaucoup d'intérêt et de participation à l'échelle internationale, s'attaque à des questions fondamentales, mais négligées, sur le comportement des huiles.

7.9 Devenir, comportement et effets du pétrole sur l'environnement

Afin de choisir l'intervention la mieux appropriée pour une section côtière souillée par une marée noire, le personnel des opérations et les conseillers en environnement doivent pouvoir prédire la vitesse de dégradation naturelle du pétrole, ses effets sur les organismes vivants et la capacité de régénération du milieu. Si la contamination pétrolière sous la surface de la zone intertidale demeure un problème important et un facteur crucial des décisions de nettoyage et des effets durables, nos connaissances dans ce domaine sont néanmoins très limitées.

Pour combler cette lacune, le CTE a effectué une série d'études à l'échelle du laboratoire pour examiner le comportement du pétrole sous la surface de la zone intertidale, c'est-à-dire mesurer la capacité de charge, la capacité de pétrole résiduel et la perméabilité des sédiments de granulométries différentes, selon divers types de pétroles aux propriétés différentes. Ce projet a pris de l'ampleur par son extrapolation à un laboratoire-mésocosme et finalement, par la réalisation d'un essai en situation réelle avec rochers mazoutés dans une anse de l'île de Vancouver. Un deuxième projet a été l'acquisition, l'examen, l'extraction sélective et le regroupement de dizaines de milliers de documents sur la présence de pétrole sur la côte, collectés par suite de la marée noire du *Nestucca*, au large de la Colombie-Britannique, et à la faveur de programmes de surveillance dans la baie du Prince-Guillaume (Alaska) menés pendant les études du gouvernement américain et de la compagnie EXXON consécutives à la marée noire de l'*Exxon Valdez*. Une troisième initiative a été la construction d'un modèle exhaustif pour prédire les vitesses d'élimination du pétrole d'un rivage marin et l'intégration de toutes ces données dans de nouveaux guides de nettoyage des rivages.

7.10 Surveillance d'après déversement

La surveillance d'après déversement peut viser à évaluer l'efficacité des actions et décisions de nettoyage qui ont été prises et à vérifier et à affiner les prédictions du devenir, du comportement, des effets et de la vitesse de régénération biologique à long terme. Pendant la période visée par le rapport, nous avons mené deux enquêtes sur l'élimination naturelle du pétrole des rivages. En 1998, nous avons effectué une enquête systématique sur les lieux de la marée noire de l'*Arrow*, survenue en 1970, en Nouvelle Écosse. Des traitements n'avaient alors pas bien fonctionné, et, aujourd'hui encore, des plages demeurent mazoutées. Ces résultats font progresser notre compréhension du comportement à long terme du pétrole dans ces milieux et nous aident à déterminer les meilleures mesures à opposer à ces déversements.

8. R-D sur les mesures d'intervention contre les déversements

8.1 Brûlage *in situ*

Plusieurs gros déversements récents ont confirmé que la contamination du littoral par le pétrole provoque des dommages considérables à l'environnement et que le nettoyage coûte très cher. D'après l'analyse de la marée noire de l'*Exxon Valdez*, nous aurions pu faire brûler sur place plus de la moitié du pétrole déversé, sans allumer le pétrole subsistant dans les soutes, ce qui aurait considérablement diminué la contamination de la côte.

Brûlage de moyenne échelle, à Mobile (Alabama)

Des essais intensifs, en laboratoire et en réservoir, de brûlage in situ ont montré que la nature et les concentrations des émissions consécutives au brûlage au large seraient parfois préférables aux dommages à l'environnement et aux coûts de la décontamination du rivage et de ses parages. Les études sur les émissions de brûlage in situ se sont poursuivies. En 1998, nous avons réalisé une série de brûlages de moyenne échelle, à Mobile (Alabama). Le CTE s'est joint à l'USEPA pour mettre sur pied un vaste programme de surveillance des émissions. L'analyse des données se poursuit.

L'analyse des données de plusieurs vastes études antérieures de brûlage s'est aussi poursuivie. Ces études montrent que les concentrations des gaz de combustion, notamment le dioxyde de carbone, le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone, n'étaient pas très préoccupantes. Ces gaz ont été émis sur une grande superficie autour du feu et ils ne correspondaient pas directement à la trajectoire du panache. Les COV étaient abondants, mais en concentrations inférieures à celles qui font suite à un déversement équivalent mais qui ne brûle pas. Plus de 140 composés ont été quantifiés, plusieurs d'entre eux à des concentrations proches des maximums d'exposition constituant un risque pour la santé humaine, et ce jusqu'à 100 m sous le vent.

L'analyse de l'eau sous les foyers de combustion n'a révélé la présence d'aucun composé volatil, au-dessus des seuils de détection des méthodes utilisées.

L'analyse des particules atmosphériques, du mazout d'allumage et des résidus de brûlage n'a révélé la présence d'aucun métal sur les particules — si ce n'est de petites quantités provenant de la barrière flottante à l'épreuve du feu qui avait servi à localiser et à concentrer la nappe. Dans le résidu, nous avons retrouvé des concentrations légèrement élevées de métaux, supérieures à

celles qui avaient été observées dans le mazout d'allumage, preuve que les métaux se déposent principalement dans les résidus de brûlage au lieu d'être émis dans la fumée et les suies.

D'après les dosages, les aromatiques polycycliques se trouvent en concentrations plus faibles dans la suie que dans le mazout d'allumage et, dans une large mesure, ils se sont consumés. Les particules atmosphériques ont été dosées au moyen de plusieurs méthodes, et leur concentration n'est préoccupante que sur 150 m sous le vent du foyer et au niveau de la mer.

8.2 Agents de traitement des nappes

Comme le traitement des nappes de pétrole ou des flaques de substances chimiques consiste à ajouter des agents chimiques au milieu, il est essentiel de disposer de renseignements adéquats sur leur toxicité et leur efficacité. Le CTE élabore et effectue des essais à cette fin. Des essais de rendement seront élaborés pour 12 classes d'agents de traitement des substances déversées. Jusqu'à maintenant, on en a élaboré pour les dispersants, les solidifiants, les nettoyants de surface et les agents de biodégradation. Plus de 100 produits appartenant à ces quatre classes ont été testés ces dernières années. Des essais ont aussi été mis au point pour les casseurs d'émulsions, les agents améliorant la récupération et les inhibiteurs d'émulsion. Le travail se poursuit afin de tester ces nouveaux agents.

On étudie les caractéristiques physico-chimiques des dispersants, particulièrement leur stabilité sur quelques jours et la taille des particules. De plus, le travail se poursuit sur le développement de méthodes d'essais pour évaluer les dispersants. Une méthode élaborée au CTE constitue maintenant une norme ASTM.

Ce travail est financé conjointement par Environnement Canada et le Minerals Management Service des États-Unis.

8.3 Évaluation des sorbants

Évaluation de barrières et de récupérateurs mécaniques

Le CTE a dirigé l'élaboration d'une norme de performance améliorée pour éprouver les sorbants d'hydrocarbures. Il existait un protocole d'essai de l'ONGC, qui portait sur les paramètres de rendement des sorbants. On l'a travaillé pour s'assurer de l'élaboration de protocoles d'essais compatibles aux États-Unis. Un protocole d'essais normalisé de l'ASTM a ensuite été élaboré et ratifié. Les résultats à ce jour ont été archivés dans une base de données qui, en juin 2000, est devenue accessible au public par Internet.

Un programme semblable d'essais est en cours sur les sorbants de matières chimiques. Le rendement des sorbants, leur compatibilité et leur solubilité sont les principaux paramètres à évaluer, au moyen d'une gamme de liquides « agressifs ». Les résultats de ces essais aideront à l'élaboration de nouveaux protocoles de l'ASTM.

8.4 Évaluation de barrières et de récupérateurs mécaniques

De concert avec la Garde côtière canadienne, le fournisseur de produits Bitor America et quelques fournisseurs d'équipement, le CTE et SAIC ont récemment éprouvé en cuve des dispositifs de lutte contre les déversements d'Orimulsion[MC]. Un dispositif conçu pour accélérer la remontée du bitume en surface a été testé en eaux douce et salée afin d'évaluer son efficacité et son influence sur l'évolution de la concentration apparente de bitume dans l'eau « libre ». Plusieurs prototypes d'écrémeurs ont aussi été testés par la même occasion, afin de déterminer leur capacité de collecter et de traiter le mélange visqueux de bitume.

8.4.1 Étude de mesures contribuant à la prise de décisions avisées en matière de planification d'urgence

En 1998, une étude commandée par le CTE sur les mesures d'intervention et intitulée *Self-help Spill Countermeasures for Oil Tankers* (guide d'auto-assistance pour les pétroliers en cas de marée noire) a été envoyée par le commanditaire principal de la Garde côtière américaine au Congrès des États-Unis, en vertu de l'obligation légale qu'a le gouvernement américain de faire rapport au Congrès sur cette question. L'étude est aussi pertinente pour la planification des mesures d'urgence contre les marées noires au Canada. À la lumière de l'étude, la Garde côtière américaine a conclu que, en raison de contraintes pratiques, il n'était ni souhaitable ni praticable d'exiger que les pétroliers soient dotés de cet équipement d'auto-assistance.

8.5 Élaboration de normes

Depuis 1991, le CTE participe à un programme d'élaboration des normes de nettoyage des marées noires avec des partenaires comme la Garde côtière américaine, qui applique le *Oil Pollution Act, 1990*, et d'autres groupes de recherche et de l'industrie intéressés aux techniques d'intervention contre ces déversements. On poursuit l'élaboration de normes, de lignes directrices et de protocoles par le truchement du sous-comité compétent F20 de l'ASTM, afin d'assurer des normes compatibles dans toute l'Amérique du Nord. Le CTE participe aussi à l'élaboration de normes dans des domaines comme les sorbants, la télédétection, les dispersants, les communications et le brûlage in situ.

Sous les auspices de l'ASTM, SAIC Canada, autrefois la Division du génie des urgences du CTE, a contribué à la modification des protocoles d'évaluation des performances des équipements de nettoyage des déversements chimiques (atténuation) dans les eaux de surface ou souterraines. Des guides distincts traitent de ces équipements sous l'appellation de membranes, d'unités perfectionnées d'oxydation, de procédés de nettoyage à la vapeur. Le guide de l'ASTM (*Guide for Developing a Hazardous Materials Training Curriculum for Initial Response Personnel*) [Guide pour un curriculum de formation du personnel de première intervention contre les matières dangereuses] subit une importante révision par SAIC dans le sous-comité F20.2100

de l'ASTM sur les mesures de première intervention. Ce groupe poursuit aussi ses révisions des guides de l'ASTM sur la formation en hygiène et sécurité du personnel d'intervention contre les déversements pétroliers.

9. Transfert international des technologies canadiennes

9.1 Australie

Un agent du CTE a visité deux organismes écologistes d'État (Nouvelle-Galles du Sud et Victoria) ainsi qu'Environnement Australie. Ils se sont échangé des renseignements sur un réseau et des techniques de mesure de la pollution atmosphérique, les niveaux de pollution et les objectifs de lutte. Un collègue a aussi été invité à former le personnel des laboratoires de l'administration australienne, près de Sydney, aux techniques d'analyse des dioxines. Un échantillon complexe de BPC a aussi été analysé pour ce même laboratoire.

9.2 Brésil

Dans le cadre de Watershed 2000, projet d'aménagement de bassin hydrographique subventionné par l'ACDI dans l'État de São Paolo, un agent du CTE a passé en revue la formation en vue de l'agrément des laboratoires. Plusieurs audits ont visé à préparer les laboratoires aux visites d'INMETRO, l'organisme brésilien d'agrément.

9.3 Chili

Plusieurs ensembles d'échantillons ont été expédiés au laboratoire CENMA de Santiago afin de valider de l'extérieur les analyses de la pollution atmosphérique. Un agent a participé à l'audit des laboratoires d'analyses et à un colloque national sur l'assurance de la qualité au sein des laboratoires environnementaux, qui s'est tenu au même endroit.

9.4 Inde

Une visite de diagnostic a été faite au ministère de l'Environnement et des Forêts afin d'élaborer une proposition d'aide technique pour la surveillance de la pollution atmosphérique, aux termes du programme de coopération Canada-Inde subventionné par l'ACDI.

9.5 Hong Kong

Un scientifique de la DAQA a donné des conseils et de la formation et réalisé une comparaison interlaboratoires de l'analyse des COV au laboratoire de la Protection de l'environnement de Hong Kong. À la demande de ses dirigeants, nous avons visité le laboratoire pour donner une formation sur place et installer de l'équipement, en février 1998 et en janvier 1999.

9.6 Mexique

Dans le cadre d'un projet pour évaluer les répercussions de la pollution atmosphérique sur la santé humaine à Mexico, un agent a visité l'Institut national d'écologie, division du SEMERNAP, organisme écologiste national. Nous avons passé en revue des techniques d'analyse et leurs résultats.

9.7 Pakistan

Deux agents ont dirigé un séminaire sur l'assurance de la qualité, à Islamabad, dans le cadre d'un projet subventionné par l'ACDI. Le séminaire a apporté une aide technique à l'application d'un nouveau règlement exigeant l'autodéclaration des entreprises polluantes.

9.8 Pologne

De concert avec l'université de Varsovie, on met au point une méthode d'électrophorèse capillaire conjuguée à la fluorescence à laser pour la détermination de la diméthylamine et d'autres amines de faible masse moléculaire, employant la synthèse de dérivés en précolonne avec l'isomère I de l'isothiocyanate de fluorescéine. Cette méthode constitue un choix attrayant pour la détermination ou la confirmation de la présence de la diméthylamine et d'autres amines légères dans les aérosols atmosphériques et d'autres échantillons d'ambiance. Dans le cadre de ce projet, nous avons donné un séminaire sur l'électrophorèse capillaire à l'université de Varsovie, en mars 2000.

9.9 Pays-Bas

La recherche en collaboration sur les méthodes d'analyse des composés inorganiques s'est poursuivie avec le RIVM, dont un chercheur a visité le CTE en mai 1998 et que, en retour, deux agents du CTE ont visité en février 2000, y faisant une présentation sur le RNSPA et l'électrophorèse capillaire.

9.10 États-Unis

Un comité mixte USEPA/Environnement Canada sur les méthodes d'analyse se réunit une fois l'an, habituellement pendant la conférence de Pittsburgh, pour partager l'information et faire le point sur les progrès réalisés. Il examine aussi les possibilités de coopération au développement de méthodes d'analyse. Un gestionnaire de la DAQA en est le coprésident canadien.

Un scientifique de la DAQA a été nommé membre d'un comité d'évaluation par les pairs, parrainé par l'USEPA, du programme du Centre de recherche sur les particules (40 M$ sur 5 ans) et il a assisté à la réunion du comité à Washington en février 1999. Le même scientifique a aussi été nommé membre d'un autre comité d'évaluation par les pairs du programme du Supercentre des particules, aussi parrainé par l'USEPA (20 M$ sur 5 ans) et il a assisté à la réunion du comité à Washington en septembre 1999.

9.11 Ukraine

9.11.1 Principes et objectif

Depuis 1995, dans le cadre de l'appui du Canada à l'admission de l'Ukraine au traité international de non-prolifération nucléaire, le CTE a aidé au transfert de technologies et d'équipements canadiens pour qu'ils servent à l'évaluation et à la dépollution des emplacements chimiquement contaminés de missiles balistiques intercontinentaux. Le contexte et les objectifs

de ce programme d'évaluation et de décontamination de l'environnement sont exposés en détail dans le rapport biennal 1994-96 du CTE.

9.11.2 Programme de formation

Dans le cadre de la dernière phase du programme d'évaluation et de décontamination de l'environnement, 14 scientifiques et ingénieurs spécialistes de la décontamination du ministère de la Défense, de l'Académie des sciences et du ministère de la Protection de l'environnement de l'Ukraine ont reçu six mois de formation, au Canada, jusqu'en juillet 1997.

La première partie de la formation structurée a notamment englobé, dans les domaines de l'évaluation et de la décontamination de l'environnement, les sujets suivants : les renseignements sur les substances dangereuses en milieu de travail ; l'hygiène et la sécurité au laboratoire ; les étapes de l'évaluation environnementale des lieux ; les méthodes d'analyse sur le terrain et en laboratoire ; l'équipement et les vêtements de protection personnelle ; la doctrine écologiste ; la réglementation et les critères en matière d'environnement ; la reconnaissance, le classement et l'évaluation des lieux ; les techniques d'enquête géophysique ; le forage et l'installation de puits de contrôle ; le prélèvement d'échantillons, l'enregistrement et l'analyse ; l'assurance et la maîtrise de la qualité ; l'évaluation du risque ; le choix et l'application des techniques ; l'hygiène et la sécurité ; les relations publiques et les relations avec les collectivités ; la fermeture des lieux ; le suivi à long terme.

La deuxième partie a englobé la doctrine des affaires au Canada et elle a abordé des sujets comme : l'apprentissage de l'anglais, de l'informatique, des finances et de la comptabilité ; la gestion du temps ; la gestion de projets.

La formation non structurée a englobé des sujets comme : les visites industrielles (y compris de centres et d'universités) ; l'analyse d'échantillons de sol et d'eau et la démonstration d'instruments d'analyse en laboratoire ; des ateliers techniques sur des sujets précis ; l'évaluation de projets techniques ; l'étude autodirigée et la pratique des aptitudes ; le travail sur le terrain et la préparation d'un rapport technique pour la base militaire de North Bay.

10. Technologies de décontamination de l'eau

10.1 Traitement électrochimique des eaux acides d'exhaure et applicabilité à la dépollution des terrains

Ingénieure au travail

Ces dernières années, nous avons entrepris un certain nombre de projets de collaboration avec des facultés de génie chimique de plusieurs universités canadiennes, à l'appui du perfectionnement de l'enseignement. Un exemple est l'étude, effectuée de concert par SAIC et l'Université de Guelph, sur le traitement électrochimique des eaux acides d'exhaure, technique que l'on pourrait appliquer aux lieux contaminés par les métaux lourds. La technique pourrait aider à résoudre le problème très répandu de ces eaux, mais SAIC et le BTGU y voient surtout un moyen pour débarrasser les eaux souterraines contaminées de leurs métaux lourds.

Pour l'étude, nous avons traité une eau d'exhaure artificielle en la faisant traverser une membrane échangeuse d'anions, à des pH, à des débits et sous des courants électriques variés. En adaptant la configuration, nous avons obtenu des efficacités de 99 %, tout en utilisant moins d'additifs chimiques, tandis que moins de métaux lourds précipitaient à l'extérieur de l'enceinte et que la neutralisation était facilitée. La récupération du cuivre a montré que la technique pouvait être appliquée aux lieux contaminés par les métaux lourds. Des recherches supplémentaires sont prévues à Guelph. Il faudra trouver d'autres sources de financement.

11. Techniques de décontamination du sol

11.1 Dépollution possible des sédiments des étangs bitumineux

En vertu d'un projet important, SAIC a étudié un éventail de techniques expérimentales pouvant être appliquées en milieux fortement contaminés comme les étangs bitumineux de Sydney (N.-É.). Ce genre de lieu contient une vaste gamme de contaminants toxiques, organiques et inorganiques, dans une matrice complexe de sols et de sédiments. Parmi les procédés éprouvés, on compte le lavage du sol, le lavage poussé, la lixiviation et l'extraction assistée par micro-ondes (PAM). Nous avons aussi évalué l'extraction par fluides supercritiques, un procédé de destruction des matières organiques (autrefois appelé « SIAL ») conjugué à l'oxydation poussée et le craquage activé par les micro-ondes. Nous avons examiné le concept combinant les PAM à la séparation en bioréacteur à deux phases. Même si nous avons buté sur les complications prévues, dues aux sols hétérogènes des étangs de Sydney et à la complexité de l'analyse, on pourrait, en poursuivant les travaux, aboutir à une solution technologique de ce grave problème de pollution.

11.2 Destruction des composés organochlorés dans le sol

Essaie sur le terrain d'un réacteur pour détruire les produits organiques

Grâce au soutien financier du PARI, Environnement Canada et le CTE ont désigné l'élimination des toxiques chlorés du sol comme un domaine prioritaire de R-D. L'objectif de ce projet était de trouver un procédé sans solvant et sans incinération pour le traitement des sols contaminés par les composés organochlorés comme les BPC, les pentachlorophénols (PCP), les dioxines, les furannes et les pesticides. Une série de procédés, dont la destruction des matières organiques avec traitement supplémentaire par oxydation poussée, a été évaluée en laboratoire et sur le terrain. Nous avons conclu qu'il fallait plus d'essais à petite échelle et des modifications au calcul des installations pour en optimiser les paramètres de fonctionnement avant que cette technique ne soit viable à l'échelle réelle.

11.3 Dépollution du sol au moyen d'un bioréacteur en deux phases

Une nouvelle technique, inventée par des chercheurs de Queen's, à Kingston, met en vedette une combinaison de procédés biologiques et chimiques. Le travail ultérieur, mené conjointement au CTE (par SAIC) et à Queen's, a montré que ce procédé en continu est

extrêmement prometteur pour la dépollution des sols contaminés par des mélanges de substances organiques et inorganiques comme les hydrocarbures et les métaux lourds. Le procédé conjugue un traitement préliminaire par extraction au solvant et un traitement microbien à débit d'alimentation optimal autoréglé. Les résultats préliminaires montrent qu'il pourrait concurrencer avantageusement l'incinération et la désorption thermique à basse température dans une large gamme de conditions. Il pourrait aussi concurrencer les bioréacteurs à milieu pâteux, dans le traitement des sols fortement contaminés, et l'extraction au solvant, en particulier si le coût d'élimination du concentré final est pris en compte. Des études supplémentaires sont prévues.

12. Avancées technoscientifiques

12.1 Bonnes pratiques de laboratoire

La Section de la conformité aux bonnes pratiques de laboratoire élabore un programme de BPL pour appuyer le *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles* (RRSN) sous le régime de la LCPE. Ces deux dernières années, le CTE a effectué deux inspections des BPL et une inspection préalable de centres d'essais au pays. Il a effectué deux autres inspections à l'étranger, de concert avec les autorités de contrôle d'autres pays membres de l'OCDE, dans le cadre d'une initiative plus vaste de l'OCDE, en vertu de laquelle les organismes de surveillance de la conformité des pays-membres se visitent mutuellement afin de renforcer leur confiance mutuelle et de mieux connaître les procédures de chacun. Il est prévu que des représentants de trois autres pays de l'OCDE examineront le programme canadien de contrôle en mai 2000. En retour, le Canada participera à trois visites conjointes plus tard dans l'année.

Le CTE a non seulement affecté des inspecteurs à ce programme, mais il a en outre continué de représenter le Canada au comité de l'OCDE sur les BPL (renommé dernièrement Groupe de travail sur les BPL). Des agents du CTE ont aussi fait partie du Groupe d'orientation chargé d'administrer le programme et d'en examiner les résultats. Le CTE et des fonctionnaires d'Environnement Canada et de Santé Canada ont participé à un cours biennal de formation de l'OCDE sur l'inspection des BPL, qui a eu lieu en Italie en 1999. Des agents de la Section de la conformité ont agi en qualité d'auditeurs pour l'ACLAE, dans le cadre du programme conjoint du CCN et de l'ACLAE pour l'agrément des laboratoires. Cette section a aussi aidé les laboratoires du CTE à conserver leur agrément du CCN et de l'ACLAE.

La base de données du CTE pour le stockage et l'extraction de renseignements sur les activités d'inspection des BPL des pays membres de l'OCDE a été reconnue comme projet de l'OCDE. Le CTE dirige le Groupe d'orientation chargé de superviser ce travail. Des versions en mémoire morte de la base de données ont été fournies aux pays membres de l'OCDE, ces deux dernières années. Des démonstrations du fonctionnement de la base de données ont été faites aux réunions du Groupe de travail sur les BPL et à un cours de formation d'inspecteurs italiens des BPL, en 1998.

La Section a continué de diffuser des renseignements sur les BPL et d'appuyer l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire et la Direction de l'hygiène du milieu, de Santé Canada. Elle a poursuivi sa collaboration et la planification à l'appui du programme du RRSN et, tout récemment, en aidant à concevoir un système de suivi destiné aux évaluateurs des substances nouvelles et aux consultations publiques sur la révision du règlement d'ici un an ou deux.

Au cours de la période visée, les négociations d'accords internationaux pour la reconnaissance mutuelle de l'équivalence des programmes nationaux de surveillance de la conformité aux BPL se sont poursuivies, mais à une échelle réduite. De telles ententes prépareraient la reconnaissance mutuelle des résultats des essais sur les substances nouvelles, pierre angulaire du Programme des substances chimiques de l'OCDE. Elles mènent à l'abaissement des obstacles réglementaires au commerce et des coûts internationaux liés aux essais d'hygiène et de sécurité sur les substances nouvelles. Les négociations se poursuivent avec l'Union européenne et avec les trois pays de l'Association de libre-échange avec l'Union européenne (Suisse, Australie, Nouvelle-Zélande) et elles devraient commencer bientôt avec le Japon.

12.2 Élaboration et mise en œuvre de méthodes

Au cours de la période visée par le rapport, le personnel du CTE a dû partager son temps entre la normalisation des méthodes d'essais et la réponse à une demande croissante d'autres ministères voulant qu'on les aide à interpréter et à appliquer les résultats des essais toxicologiques.

Saumon du pacifique dans une frayère

Les efforts de normalisation et de validation des méthodes se sont concentrés principalement sur : (1) les essais sur les sédiments marins, exigés par le programme d'immersion des déchets en mer, assujetti à la LCPE ; (2) la normalisation d'un essai sur la truite arc-en-ciel au premier stade de son cycle de vie et d'un essai d'inhibition de la croissance d'une plante aquatique, en vertu du titre « Suivi des effets sur l'environnemental (SEE) » des règlements sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers et sur les effluents des mines de métaux. Trois nouveaux documents exposant les marches à suivre normales afin d'évaluer les effets des sédiments contaminés sur les amphipodes benthiques et la toxicité des contaminants en suspension sur les poissons et les plantes aquatiques ont été rédigés et distribués à l'appui de ces programmes du Ministère.

Le CTE a aussi fourni des conseils à plusieurs autres programmes d'Environnement Canada, p. ex. sur : les dispositions du *Règlement sur les pâtes et papiers* (sous le régime de la *Loi sur les pêches*) ; les services de témoins-experts pour la Division des inspections de la région de l'Ontario ; les exigences en matière d'essais sur la toxicité sublétale et l'interprétation des données en vertu du programme SEE dans les pâtes et papiers ; le programme de surveillance de l'immersion des déchets en mer ; les exigences sur la létalité aiguë et sur la toxicité sublétale aux fins d'un programme SEE, dans une modification prochaine du *Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux* (RELMM) ; la complétude des résultats des essais toxicologiques présentées en vertu des RRSN. Pour aider à réaliser ces programmes, le CTE a mis sur pied un guide technique sur l'interprétation et l'application des données écotoxicologiques. Après un examen exhaustif interne et externe, ce guide technique sera publié et distribué en avril 2000.

De plus, le CTE a participé à la mise en œuvre du volet toxicologique du programme d'agrément des laboratoires de l'ACLAE. Étant donné les compétences toxicologiques limitées de l'ACLAE, le programme dépendait dans une large mesure de l'apport d'Environnement Canada. À titre d'exemple : le CTE a : dressé des listes de contrôle propres à chacun des 18 essais de mesure de la toxicité aiguë et sublétale, pour les inspections de laboratoires, en 1998 et en 1999, par les auditeurs de l'ACLAE ; tenu, avec le CSEP, à North Vancouver, une séance de formation pour les auditeurs, en février 1998, à laquelle ont assisté tous les auditeurs en toxicologie de l'ACLAE ; participé bénévolement à cinq inspections de laboratoires de toxicologie pour l'ACLAE, en 1998 et 1999.

Méthodes pour les combustibles

La DAQA est représentée au comité des méthodes d'essai sur le pétrole de l'ONGC et au comité de gestion de la bourse canadienne des fiouls (Canada Fuels Exchange). Elle a révisé, pour republication, les méthodes de l'ONGC pour les essais sur le plomb dans l'essence, le soufre dans le carburant Diesel et la méthode d'analyse de chaque constituant de l'essence par chromatographie en phase gazeuse.

Guide d'échantillonnage pour les BPC

Comme on trouve des BPC dans d'autres matières que les huiles de transformateur, nous avons élaboré un guide de la méthode d'échantillonnage des BPC dans les ballasts, les gravats, la peinture liquide et les résidus de déchiquetage des automobiles. Ce document, qui fait le lien avec la méthode de référence pour l'analyse des BPC publiée antérieurement, sera utile à l'application du *Règlement sur les BPC* (sous le régime de la LCPE).

Guide pour les effluents des mines de métaux

Avec l'aide d'un consultant, nous avons produit un guide du *Règlement révisé sur les effluents liquides des mines de métaux*. L'approche du document est fondée sur la performance : il établit des critères pour les seuils de détection, la précision et l'assurance de la qualité. Chaque déclarant est libre de choisir sa méthode d'analyse pour autant qu'il respecte les critères.

12.3 Système de management de l'environnement

Pendant les deux années visées par le rapport, le travail s'est poursuivi, au CTE, sur l'élaboration et la mise en œuvre d'un système de management (ou de gestion) de l'environnement (SME ou SGE) inspiré d'ISO 14000. Mentionnons notamment les réalisations suivantes :

- Malgré des réaménagements dans le programme de SGE ministériel, le CTE a continué de participer aux groupes de travail sur la question, fournissant des avis et un soutien compétents dans les domaines du transport, des déchets solides et des substances destructrices de l'ozone (SDO). À l'automne 1999, le Ministère a condensé les 23 éléments du système en 13, nombre plus facile à gérer. Le plan du CTE concernant les SDO a été choisi comme modèle pour l'élaboration des documents de SGE pour ces 13 volets ministériels. Le CTE a aussi fourni un soutien technique à la planification du système du SPE, dont la coordination est assumée par l'administration centrale de la DGATE.

- Par contrat, nous avons entrepris de revoir l'examen environnemental initial du CTE afin de l'harmoniser avec les nouvelles priorités touchant la déclaration et la mise en œuvre

Truite arc-en-ciel dans un ruisseau du nord de l'Ontario

auxquelles travaille l'équipe ministérielle chargée du SGE. Les déchets dangereux constituant la prochaine priorité du CTE, nous avons donc entrepris d'élaborer un plan d'action et une stratégie de gestion.

- La DPF de la région de l'Ontario produit des vidéos visant à prévenir la pollution dans divers secteurs de l'industrie. Le CTE s'est associé à elle pour concevoir une vidéo sur les pratiques de laboratoire. D'une durée de 20 minutes, la vidéo *Pollution Prevention in Laboratories* (Prévention de la pollution au laboratoire) fait ressortir les nombreux moyens que prend le CTE pour rendre écologiques ses opérations et que d'autres laboratoires peuvent adopter. Elle a fait l'objet d'une vaste distribution, au pays comme à l'étranger, et tout intéressé peut se la procurer gratuitement (contacter Mike Bumbaco, CTE, [613] 991-2387 ou Ron Nobes, DPF [613] 952-8994).

- La promulgation du *Règlement fédéral sur les halocarbures* (RFH) en juin 1999, a rendu plus pressant le besoin de réviser le plan de gestion des SDO du CTE pour bien l'adapter aux exigences du nouveau règlement. Nous avons engagé un entrepreneur, qui a actualisé le plan en février 2000. Comme le règlement exige la déclaration d'une quantité importante de renseignements, le CTE a entrepris de créer une base de données électronique sur les halocarbures pour en contrôler l'inventaire et produire des rapports.

- En mars 2000, le CTE a une fois de plus servi d'établissement pilote pour la DPF de la Région de l'Ontario, qui a entrepris une vérification exhaustive, d'une durée de trois jours, visant à déterminer la conformité du CTE au RFH. Il s'agissait d'évaluer et de régler avec précision les protocoles d'audit, la Division désirant offrir ce service à d'autres ministères et organismes fédéraux. Cela a permis au CTE de s'assurer que son plan de gestion du RFH était complet et exhaustif.

12.4 Assurance et maîtrise de la qualité (AMQ)

L'élaboration et l'application d'un système d'assurance et de maîtrise de la qualité des analyses chimiques du CTE et l'agrément ultérieur du CTE par le CCN et l'ACLAE se sont très bien déroulés. Grâce au comité de mise en œuvre, présidé par un agent de l'assurance de la qualité (AQ) du CTE et constitué de représentants techniques de toutes les divisions pratiquant des analyses, on peut se féliciter des réalisations suivantes :

- Élaboration d'un guide de la qualité destiné à tout le CTE et de la documentation connexe ; coordination des modifications par l'agent de l'AQ.

- Élaboration de 35 méthodes expérimentales et de 101 modes opératoires normalisés, documentés pour faire partie de l'agrément conféré par le CCN et l'ACLAE.

- Inscription des laboratoires d'analyse du CTE aux essais comparatifs interlaboratoires de l'ACLAE portant sur 8 paramètres mesurés de façon courante : HAP dans l'eau ; HAP dans le sol ; BPC dans l'huile ; principaux ions sur les filtres à air ; pH de l'eau ; BPC dans l'eau ; essai Microtox CI50 dans l'eau ; BTEX et THM dans l'eau.

- Séances de formation de tout le personnel du CTE au système d'AMQ. Mise sur pied d'un programme de formation et d'orientation afin d'expliquer le système aux recrues.

- Affectation d'une unité de mémoire commune du réseau local du CTE comme dépôt accessible instantanément de la documentation sur l'assurance de la qualité au laboratoire. (Sur cette unité, on sauvegarde notamment les listes de méthodes d'essais admissibles, les ébauches de méthodes, tous les modes opératoires normalisés, les listes d'équipements de laboratoire, de fournisseurs agréés et de substances de référence certifiées et les résultats d'épreuves de compétence de l'ACLAE.)

- Audit en septembre 1999, du système de management de la qualité du CTE, par le CCN et l'ACLAE, et, en janvier 2000, en vertu des conclusions de cet audit, agrément de tout le Centre. (On reconnaît ainsi que les systèmes qualité des analyses du CTE satisfont à la norme canadienne [CAN/CSA-Z753] et à la norme internationale [Guide 25 de l'ISO] pour ce qui concerne les résultats des analyses.)

- Participation de la DAQA à une 4e étude internationale sur les dioxines. (Cette étude, menée par l'université d'Umeå, en Suède, permet à chaque laboratoire de se comparer à 58 autres laboratoires d'analyse des dioxines du monde entier. Quatre autres laboratoires canadiens ont aussi participé à l'étude. Chaque laboratoire devait doser les dioxines et furannes polychlorés d'échantillons de sols, de sédiments et de boues d'épuration. De plus, il devait déclarer tous les BPC coplanaires [ressemblant aux dioxines]. On ne fait

aucun classement officiel des laboratoires, mais le CTE a obtenu des résultats très proches de la moyenne générale pour tous les paramètres — ce qui signifie que la qualité de l'ensemble de ses résultats était excellente.)

- Participation du CTE à la 5e étude internationale sur l'étalonnage, menée par l'université d'Umeå et portant sur les dioxines et les furannes polychlorés, les BPC (monochlorobiphényles, orthobichlorobiphényles, BPC planaires) des cendres volantes, ainsi qu'à l'étude internationale 99-02 du ministère de l'Environnement de l'Ontario sur les BPC coplanaires ainsi que sur les dioxines et furannes chlorés dans les sédiments. (Nous attendons toujours les résultats de ces études.)

- Participation du laboratoire de la DAQA à 3 études du programme de la bourse canadienne des fiouls (Canada Fuels Exchange), sur le soufre et le benzène dans l'essence. Un membre du personnel a continué de fournir des avis techniques à l'ACLAE, en sa qualité de président du comité du programme.

13. Commercialisation des procédés assistés par micro-ondes et brevetés d'Environnement Canada

Unité à petite échelle du PAM (MD)

13.1 Qu'est-ce que les PAM ?

Les procédés assistés par micro-ondes sont une série d'inventions qui favorisent le développement durable, puisqu'ils consomment moins d'énergie et de solvant que les procédés classiques, tout en produisant moins de déchets. De plus, dans certaines applications, ils se sont révélés capables de valoriser une biomasse naguère considérée comme un déchet. À ce jour, 10 brevets couvrent 6 inventions fondamentales ayant de nombreuses applications dans plusieurs domaines. Deux des inventions ne peuvent par encore être divulguées, étant toujours protégées en vertu de la *Loi sur les brevets*.

Les quatre autres inventions touchent : (i) la modification, par les micro-ondes, de la microstructure de diverses matrices complexes, p. ex. rupture des cellules ; (ii) le réchauffement sélectif d'un constituant d'un système complexe, p. ex. d'un échantillon de sol par rapport au solvant afin d'en extraire les polluants ; (iii) application sélective de l'énergie des micro-ondes à une phase de la matière, sans affecter une autre, p. ex. à l'eau mais non à la vapeur ; (iv) modification de la distribution d'espèces chimiques à des températures et pressions données, p. ex. vaporisation des COV dans l'eau pour leur dosage.

Ces techniques utilisent les micro-ondes et des solvants transparents à ces micro-ondes pour extraire les substances de diverses matrices. Parmi leurs applications, on compte une méthode de préparation rapide d'échantillons pour le laboratoire d'analyse et un procédé rentable de rechange aux procédés classiques d'extraction industrielle. Si on les compare aux méthodes classiques, les PAM écourtent le traitement, économisent énergie et solvants, résorbent les déchets, tout en augmentant les rendements de l'extraction et la pureté des extraits. Non seulement ces avantages compriment-ils les coûts d'exploitation, mais, encore, ils rendent le procédé plus écologique.

Environnement Canada, qui possède les droits de propriété intellectuelle de ces techniques dans plusieurs pays, recherche d'autres applications afin de résoudre un certain nombre de problèmes d'environnement comme la contamination des terrains. La R-D s'effectue en collaboration avec les secteurs privé, public et universitaire.

13.2 Concessions de licences pour les diverses applications de la technologie

Pour favoriser la promotion et la commercialisation des PAM et fournir le soutien technique aux utilisateurs finals, Environnement Canada s'est trouvé neuf exploitants sous licence. Le Centre de développement Pronatex, inc. de Sherbrooke (Québec) a acquis des droits dans les domaines des applications industrielles à grande échelle de la technologie. La société CEM, de Matthews

(Caroline du Nord), la société PROLABO de Paris et Hewlett-Packard de Wilmington (Delaware) ont acquis des droits dans les divers domaines d'activité exigeant des capacités d'analyse (chimie, sciences de l'environnement, nutrition, criminalistique, cosmétologie). La firme française SAIREM, de Lyon, a acquis les droits pour le soutien d'applications industrielles à grande échelle.

Ces deux dernières années, quatre autres licences d'exploitation ont été accordées : à la japonaise Shimadzu, à CanAmera Foods, à SAIC Canada et à BC Research. Chef de file mondial des instruments novateurs d'analyse de laboratoire, Shimadzu détient les droits de fabrication et de commercialisation internationales des appareils d'extraction en phase gazeuse, technique brevetée du portefeuille de la famille des PAM. CanAmera, premier transformateur de graines de canola au Canada, possède les droits d'appliquer les PAM à la transformation industrielle des oléagineux. Cette entente est la première à viser spécifiquement le traitement industriel. SAIC Canada possède les droits pour l'utilisation des PAM dans certaines applications environnementales. BC Research Inc. détient des droits sur la technologie afin d'offrir à partir du Canada un service technique au secteur industriel. Le CTE collabore de près avec les détenteurs de licences et les intéressés afin de développer et de personnaliser les nouvelles applications des PAM.

13.3 Plus grande visibilité internationale de la technologie

Le transfert de technologie a pris la forme de plusieurs présentations, rencontres, ateliers et séances de formation sur les PAM, en Asie, en Europe, en Amérique du Sud et en Amérique du Nord. Une telle visibilité s'est traduite par de nombreuses ententes de collaboration et de projets conjoints, dont certains sont décrits dans ces pages.

Les activités internationales comprennent aussi la formation sur place des parties intéressées. Des chercheurs et des représentants de l'industrie de partout dans le monde, notamment des États-Unis, de l'Espagne, de la Corée, du Venezuela, de la Chine et de Colombie, sont venus au CTE pour apprendre à utiliser les PAM pour diverses applications. Ces intéressés y ont travaillé de trois à six mois. La DPAM accueille régulièrement des chercheurs des universités et de l'industrie afin de les former à tout ce qui touche les applications particulières des PAM.

13.4 Le Centre d'excellence des PAM

En janvier 1996, le CTE, l'Académie chinoise de recherche en sciences de l'environnement (ACRSE) de l'Agence chinoise de protection de l'environnement et l'Université Nankai ont signé une entente officielle de collaboration afin de doter la Chine du savoir-faire et des équipements reliés aux PAM brevetés par Environnement Canada. L'entente a été conclue sous les auspices du Protocole d'entente Chine-Canada de 1993 sur la coopération dans le domaine de l'environnement.

Les PAM possèdent de nombreuses applications, notamment : la préparation de prises d'essai, l'extraction de produits naturels végétaux, la décontamination des sols. Les Chinois se sont montrés particulièrement intéressés par la dépollution de nombreux lieux contaminés de leur pays et par l'adoption de ce procédé propre et écologique dans l'industrie chinoise des produits naturels. En conséquence, grâce en partie au soutien financier du Programme de partenariat international d'Environnement Canada, une unité pilote et deux appareils d'analyse employant les PAM ont été expédiés à l'ACRSE et à l'université Nankai, respectivement. Des agents du

CTE ont formé des chercheurs chinois à l'utilisation de cet équipement. Un agent du CTE a supervisé et facilité pendant 3 mois l'installation à l'ACRSE. En janvier 1998, la ministre de l'Environnement Jane Stewart a inauguré les unités pilotes à Beijing.

En 1997, aux termes du Programme d'études supérieures Chine-Canada de l'ACDI, nous avons approuvé le financement d'un projet quinquennal conjoint entre Environnement Canada (CTE), les universités McGill et Nankai et l'ACRSE afin de former les chercheurs chinois aux PAM et à certaines de leurs applications spécifiques. Le projet est évalué à 1,8 M$ sur 5 ans. Dans le cadre de ce projet, quatre candidats chinois à la maîtrise et au doctorat vont poursuivre leurs études à McGill, avec promesse d'un poste d'enseignant à plein temps à Nankai à leur retour en Chine. Au moins 10 stagiaires de Nankai et de l'ACRSE viendront au Canada pour obtenir une formation accélérée. Tous les aspects de la formation sont assumés conjointement par le CTE et McGill, dans les deux établissements. Un programme de formation aux PAM est aussi élaboré pour être dispensé par professeurs de Nankai à la fin du projet.

En 1998, le prof. J.R.J. Paré, chef de la DPAM, a été nommé professeur invité à Nankai, avec tous les droits et privilèges d'enseignement, en reconnaissance de sa contribution au développement des capacités de Nankai. De même, l'Université technoscientifique de Kunming lui a conféré le titre de professeur honoraire pour sa contribution exceptionnelle au développement de la Chine dans le domaine de la chimie des micro-ondes.

De 1996 à 1999, des conférenciers du CTE et de McGill ont donné des séances techniques structurées à des collaborateurs potentiels ou officiels de l'ACRSE et de Nankai en divers endroits de Chine (Beijing, Tianjin, Shanghai et Kunming). À ce jour, plus de 600 participants ont assisté à cette série de conférences destinées à l'industrie chinoise. Ainsi la Chine verra éclore un réseau de scientifiques capables d'assurer le développement et la commercialisation de cette technologie canadienne « verte ». Leur savoir-faire couvrira l'utilisation industrielle de ce procédé non polluant et son utilisation en chimie analytique comme méthode écologique de préparation des échantillons.

En mai 2000, Environnement Canada, de concert avec ses partenaires canadien (McGill) et chinois (Nankai et l'ACRSE), a organisé le 1er colloque international de la chimie des micro-ondes, conjugué au 3^{e} colloque chinois sur les micro-ondes. Sur le thème des micro-ondes, techniques durables pour le nouveau millénaire, le colloque de Tianjin sera la première rencontre mondiale du genre.

14. Mise au point de méthodes et d'appareils d'analyse assistée par les micro-ondes

Chercheure scientique utilisant les technologies PAM(MD)

Les PAM trouvent des applications dans les phases liquide et gazeuse, tout comme dans des conditions de fluides au-dessous et au-dessus du point critique. En voici des utilisations typiques en phase liquide : extraction d'huiles essentielles, d'arômes et de saveurs des végétaux ; extraction d'HAP des filtres en mousse polyuréthanne utilisés dans la surveillance de l'atmosphère ; extraction des BPC de tissus animaux ; extraction de divers composés à analyser de matières solides, notamment des sols et des sédiments. Mentionnons aussi l'extraction des huiles des oléagineux, la dépollution des lieux contaminés et l'extraction des produits précieux de la biomasse qui, autrement, seraient considérés comme des déchets. En raison de ses avantages pour l'environnement, le procédé a reçu le label du programme Choix environnemental.

14.1 Méthodes officielles assistées par les micro-ondes

En 1996, Environnement Canada a publié la première méthode de référence pour les BPC dans l'huile à renvoyer expressément aux PAM. Un autre exemple de la capacité des PAM d'aider à prévenir la pollution est l'approbation, par l'USEPA, d'une méthode fondée sur les PAM (Méthodes SW-846 du Bureau des déchets solides 3546) en tant que méthode normalisée de référence pour préparer les échantillons d'ambiance destinés à l'analyse. Il s'agit aussi d'une méthode de référence réglementaire, approuvée aux termes de la LCPE.

L'adoption de ces méthodes par les laboratoires est importante, car on estime que, dans le monde entier, chaque année, les laboratoires d'analyse utilisent 100 000 000 L de solvants organiques. Les PAM consomment environ 90 % moins de solvants que l'extracteur Soxhlet classique. Ils contribuent donc sensiblement à la résorption des déchets. De plus, on peut se passer complètement des solvants toxiques classiques, comme le dichlorométhane, réduisant ainsi notablement l'exposition. Dans la plupart des cas, les besoins énergétiques sont aussi réduits d'environ 99 %, ce qui se traduit par une diminution importante des émissions de gaz à effet de serre. C'est la première fois que l'USEPA et Environnement Canada adoptaient une méthode de référence commune. La méthode peut servir à la détermination de plus de 100 polluants de diverses matrices complexes, comme les sols, l'eau et les tissus animaux.

Environnement Canada et l'USEPA évaluent conjointement d'autres applications des PAM, aux termes d'une entente à cette fin, conclue en vertu d'un protocole d'entente sur la technoscience. Cette entente couvre les activité reliées à la surveillance des niveaux de danger, pour l'intervention d'urgence et des évaluations de lieux, notamment des méthodes pour les BPC dans l'huile, les HAP et les BPC dans le sol et dans les filtres à air, les dioxines et furannes chlorés dans le sol.

Un sédiment des Grands Lacs est en voie d'être certifié comme matériel normalisé de référence pour les dioxines, à la faveur d'une évaluation interlaboratoires ayant recours à une méthode assistée par les micro-ondes pour la préparation de l'échantillon. Des travaux semblables sont en cours au NIST.

D'autres organismes chargés d'étudier et d'améliorer la qualité et l'efficacité des BLP dans divers domaines (ASTM, coroner du comté d'Orange [Californie], USDA, AOAC, AAC) étudient aussi, à titre de normes, des méthodes employant des PAM.

Le coordonnateur de l'AOAC pour la France cherche à élaborer deux méthodes officielles de détermination du gras : dans la viande et les produits à base de viande, les produits laitiers. Ces méthodes, développées par le CTE, subissent présentement la première étape du rigoureux processus d'examen s'appliquant aux méthodes de l'AOAC.

14.2 Techniques assistées par les micro-ondes pour mesurer la qualité de l'eau

Le travail sur les PAM progresse en vue de l'élaboration de méthodes quantitatives de surveillance de la qualité de l'eau, plus particulièrement en ce qui concerne les COV et les autres gaz dissous, qui sont plus rapides et plus efficaces que les techniques existantes. Ces méthodes s'appliqueront à la gestion des eaux usées, à l'analyse de l'eau des lacs et cours d'eau et au contrôle dans les stations de traitement d'eau.

L'extraction en phase gazeuse assistée par les micro-ondes utilise un mécanisme particulier de transfert énergétique par lequel les composés chimiques qui absorbent mal les micro-ondes, comme les COV, sont excités par le transfert d'énergie de substances fortement absorbantes comme l'eau. On évalue présentement un prototype de PAM pour l'extraction de COV comme les BTEX d'échantillons d'eau contaminée. Nous avons observé une amélioration significative par rapport à l'analyse classique de l'espace de tête.

14.3 Décontamination du sol au moyen des PAM

Le CTE évalue la possibilité d'utiliser les PAM pour décontaminer les sols à grande échelle. Ce projet fait fond sur les connaissances accumulées grâce à l'utilisation des PAM pour l'extraction de composés organiques du sol en vue de la préparation de prises d'essai. Ce projet est financé en partie par le PRDE. Perspective intéressante, les PAM peuvent être efficaces face aux sols normalement difficiles à traiter, comme les sols très argileux, humifères ou très humides, ou les sols contaminés par un mélange de toxiques ou à forte teneur en sels. Par conséquent, plusieurs industriels du Canada et d'ailleurs se sont montrés intéressés à cette technique.

Nous avons effectué des essais en laboratoire sur l'enlèvement des BPC, des phénols et des HAP du sol. Des essais ont aussi été menés sur l'utilisation des PAM pour débarrasser les sols contaminés aux combustibles des missiles. L'accroissement de l'efficacité et la réduction du temps de traitement et des besoins énergétiques démontrés par les PAM pourraient venir à bout

de certains problèmes reliés aux techniques actuelles d'excavation et de traitement. D'autres essais en laboratoire et à petite échelle seront effectués pour évaluer les PAM pour le traitement des sols.

14.4 Accroissement de l'efficacité de l'extraction industrielle par les PAM à l'aide de CO_2 liquide ou supercritique

Par des essais en laboratoire, nous avons évalué l'extraction de divers substrats végétaux par le CO_2 avec et sans exposition aux micro-ondes. D'après les résultats préliminaires, les PAM et le CO_2 liquide procurent des résultats semblables à ceux de l'extraction classique au CO_2 supercritique. L'élimination des hautes pressions exigées par les conditions supercritiques diminue sensiblement les coûts d'investissement et de fonctionnement du matériel.

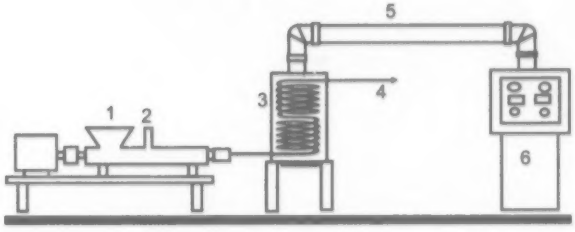
14.5 Équipement de laboratoire pour l'extraction assistée par les micro-ondes

Des extracteurs analytiques employant les PAM sont fabriqués et vendus par CEM Corporation (États-Unis) et PROLABO (France). CEM vend des systèmes à récipient fermé ou ouvert ; PROLABO, des systèmes à récipient ouvert. Ces extracteurs sont vendus en vertu d'une licence d'utilisation des PAM, technique brevetée d'Environnement Canada. Le CTE collabore étroitement avec ces firmes pour le développement de ces appareils et l'élaboration de méthodes pour leur utilisation.

15. Développement d'applications industrielles des PAM

15.1 Conception, construction, modifications et essai d'un PAM en unité pilote

Au début de 1994, nous avons conçu et construit l'appareillage à micro-ondes d'une unité pilote employant un PAM. À l'été et à l'automne 1994, pour compléter l'installation, nous avons ajouté les équipements de pré- et de posttraitement. L'unité pilote consiste en un générateur de 6 kW, une pompe de cavité micro-ondes capable de débiter en continu jusqu'à 900 L de bouillie à l'heure et l'appareillage accessoire de manutention et de séparation. À ce jour, divers essais ont été effectués dans l'unité afin de déterminer la capacité de traitement industriel et continu de plusieurs produits. Parmi les exemples d'applications testées, on compte l'extraction des huiles d'oléagineux, des pesticides naturels de la matière végétale fraîche et des composés susceptibles d'être biologiquement actifs. Le schéma de l'unité pilote est montré à la figure 1.



1. Alimentation en matières premières ; 2. Ajout de solvant ; 3. Cavité de traitement par micro-ondes ; 4. Vers la séparation et la récupération du solvant ; 5. Guide d'ondes ; 6. Générateur de micro-ondes

Figure 1. — Schéma de l'unité pilote d'un PAM

15.2 Conception et construction d'une unité réduite de PAM

Après la construction, en 1994, de l'unité pilote d'une capacité horaire de 1 t de bouillie, nous avons conçu et construit une petite unité complémentaire pour tester de petits échantillons et pour faciliter l'optimisation de procédés plus considérables.

Nous avons conçu l'unité dans le cadre d'un partenariat entre le CTE et la française SAIREM, pendant l'exercice 1995-1996 et on en a construit les principaux constituants pendant l'exercice 1996-1997. Durant l'exercice 1997-1998, nous avons intégré tous les éléments du système pour parachever l'unité, que l'on a alors testée et optimisée.

L'unité réduite comprend un générateur de 2 kW, un système d'alimentation en bouillie et une cavité d'extraction capable de traiter les solvants liquides classiques. Elle est alimentée en continu par des matières solides et en solvant débité par une pompe. Sous l'action d'une vis d'Archimède, le mélange de solvant et de matières traverse la cavité d'extraction, où il est exposé aux micro-ondes transmises par les fentes du guide d'ondes, situé sous la cuve. On planifie de construire d'autres cavités qui permettront d'utiliser des solvants de gaz liquéfiés. L'unité réduite est montrée à la figure 2.

Le système à échelle réduite servira à accélérer les évaluations de l'extrapolation des PAM à l'échelle industrielle. Les applications à grande échelle laissent entrevoir la possibilité de rendre écologiques de nombreux procédés industriels. La technique annonce l'élimination du dichlorométhane des procédés industriels d'extraction, tout en consommant moins d'énergie que les technologies actuelles.

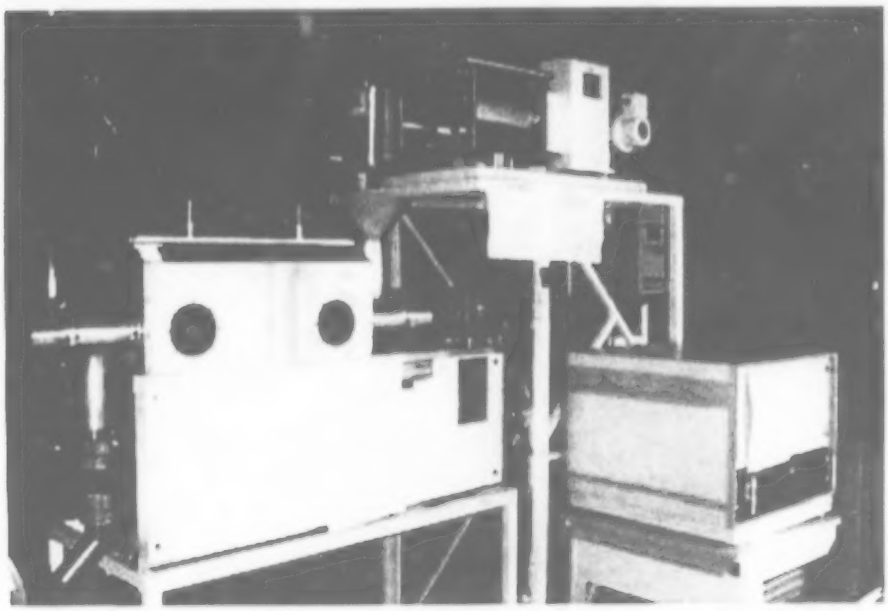


Figure 2. — Unité de PAM à petite échelle

15.3 Développement et essais des produits industriels issus des PAM

Plus de 100 applications industrielles fondées sur les PAM ont été testées à ce jour, allant de l'extraction de substances à grande valeur ajoutée, comme le ginseng, à la récupération de produits précieux de la biomasse résiduaire, comme le traitement des résidus de cèdre pour en extraire les pesticides naturels. Ces essais ont été effectués à l'échelle du laboratoire pour déterminer la qualité et l'efficacité de l'extraction ainsi que pour évaluer et optimiser divers paramètres en vue de l'extraction. Quelques applications ont aussi été testées à grande échelle.

16. Les PAM, technique écologique

16.1 Les PAM et les émissions de gaz à effet de serre

En 1999, Environnement Canada a conclu deux importantes concessions de licences, favorisant l'utilisation des PAM en vue de réduire sensiblement les émissions industrielles de gaz à effet de serre. CanAmera Foods, premier transformateur canadien de graines de canola, possède la licence d'utilisation pour extraire l'huile de canola. Il s'agit de la première concession de licence de PAM destinée expressément à la production industrielle d'un produit précis. La technique pourrait réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre de l'huilerie canadienne. Une autre licence a été accordée à B.C. Research Inc. pour la mise au point de produits et les applications industrielles à grande échelle.

16.2 Les PAM et le Fonds d'action contre le changement climatique (FACC)

Les résultats de ces nouvelles initiatives ont mené à un projet financé par le volet « Projet de prompte intervention technologique » (PPIT) du FACC. Il s'agit d'un projet pilote auquel participent la DPAM, CanAmera Foods et B.C. Research Inc., qui vise à relever le défi du changement climatique par la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le projet contribuera à l'éclosion de techniques écologiques, efficientes sur le plan énergétique, qui aideront à soutenir la croissance économique et à accroître la compétitivité du Canada sur les scènes nationale et internationale. La collaboration assurera la protection de la santé et de l'environnement et le maintien de la qualité de vie de tous les Canadiens.

Le PPIT s'effectuera en trois phases. La première, déjà commencée, consiste en des essais préliminaires sur le canola, en unité pilote, au CTE. Les essais de la deuxième phase, qui commencera plus tard cette année, s'étendront à d'autres matières végétales comme le lin et le soja et porteront aussi sur la faisabilité de remplacer l'hexane par d'autres solvants comme le butane ou le propane. Dans la troisième phase, CanAmera Foods construira la première unité industrielle d'extraction à employer la technique des PAM.

En huilerie, les PAM sont propres, rentables et efficaces du point de vue énergétique. Ils augmenteront la compétitivité du Canada dans le secteur alimentaire, contribueront à la réduction des gaz à effet de serre et aideront à relever le défi du changement climatique.

16.3 Collaborations favorisant les PAM

Dans le présent paragraphe, nous décrirons quelques-unes des collaborations et réalisations des deux dernières années, dont l'objectif commun était de favoriser les applications des PAM en tant que procédés non polluants.

En 1999, la DPAM et la DGPPT ont uni leurs forces dans un accord pour un projet de collaboration visant à créer des technologies chimiques écologiques. Les deux partenaires sont d'ardents promoteurs de la chimie écologique comme approche capable de prévenir la pollution et de réduire l'utilisation et l'émission de toxiques au Canada. Ce projet montre comment les techniques chimiques écologiques peuvent s'appliquer au contexte canadien pour atteindre ces objectifs. Cette collaboration favorise le développement des applications des PAM à deux

secteurs industriels importants : la synthèse pharmaceutique ; l'extraction dans le secteur alimentaire.

En collaboration avec ses concessionnaires français, la DPAM a commandé et reçu deux nouvelles cavités à micro-ondes. Cet équipement sera aussi utilisé dans le cadre du PPIT, volet du FACC employant les PAM. Une des cavités servira à évaluer la possibilité de remplacer l'hexane par le butane liquéfié dans l'extraction d'huiles d'oléagineux. L'autre servira à optimiser le transfert énergétique et peut-être à réduire encore plus les émissions de gaz à effet de serre durant le traitement en huilerie. Cette unité servira aussi à la recherche sur d'autres applications des micro-ondes.

16.4 Les PAM, la chimie écologique et la prévention de la pollution

Bref, la DPAM poursuit ses efforts dans des domaines où elle a des répercussions sur des programmes ministériels comme la transformation et les techniques non polluantes, le changement climatique, les toxiques, l'intervention d'urgence, la gestion et la commercialisation de la propriété intellectuelle et la chimie écologique.

Reconnus comme l'une des inventions canadiennes du XX^{e} siècle, les PAM figurent sur l'affiche d'Environnement Canada intitulée *Un siècle d'innovations : les laboratoires du gouvernement fédéral à l'œuvre*.

F2

17. Application des règlements

17.1 Les dioxines dans les effluents de fabriques de pâtes et papiers

Le *Règlement sur les dioxines et les furannes chlorés dans les effluents des fabriques de pâtes et papiers* interdit le rejet de dioxines et de furannes polychlorés dans ces effluents à compter du 1er juillet 1992. La limite réglementaire, fondée sur la limite de dosage, est de 15 pg/L, dans le cas de la 2,3,7,8-TCDD et de 50 pg/L, dans le cas du 2,3,7,8-TCDF. Un soutien technique pour la surveillance des substances réglementées a été donné aux bureaux régionaux, par la prestation de services d'analyse d'échantillons d'effluents de certaines fabriques prélevés par les inspecteurs régionaux en vue de cette surveillance.

17.2 Analyse des BPC

Sous le régime de la LCPE, divers règlements sur les BPC régissent la production, l'utilisation, l'entreposage, l'élimination, l'exportation et le rejet des matières pouvant contenir ces substances. Un soutien technique a été fourni aux régions, par l'analyse des BPC totaux d'échantillons prélevés par les inspecteurs régionaux en vue de faire appliquer la loi.

17.3 Additifs antimousse et les copeaux de bois

Le *Règlement sur les additifs antimousse et les copeaux de bois utilisés dans les fabriques de pâtes à papier* visent à maîtriser et à prévenir la formation de dioxines et de furannes polychlorés et leur rejet par les fabriques utilisant le chlore pour le blanchiment des pâtes. La teneur en dibenzodioxines et en dibenzofurannes dans les antimousses utilisés par les fabriques ne doit pas dépasser 10 et 40 milliardièmes, respectivement. Un soutien technique a été fourni aux régions, par l'analyse de ces substances dans les échantillons présentés par les inspecteurs régionaux en vue de faire appliquer la loi.

17.4 Substances destructrices de l'ozone

Les règlements sur les SDO régissent la production, l'importation et l'exportation de CFC, d'HCFC, d'halons, de tétrachlorure de carbone, de 1,1,1-trichloréthane et de bromure de méthyle. Un soutien technique a été fourni aux régions, par l'analyse d'échantillons en vue de faire appliquer la loi. Ces échantillons consistent, pour la plupart, en contenants sous pression.

18. Soutien à l'élaboration de normes canadiennes en vertu de l'entente du CCME pour l'harmonisation fédérale-provinciale

18.1 Hydrocarbures pétroliers dans le sol

- **Essais écotoxicologiques**

Un agent de la Section du développement et de l'application des méthodes (DPS) est membre du sous-comité de l'écologie des hydrocarbures pétroliers du sol. Il représente aussi Environnement Canada pour le projet Ecological Acceptable Endpoints (paramètres écologiques acceptables) du PTAC et de l'ACPP, pour l'obtention de renseignements expérimentales sur la toxicité de diverses fractions d'hydrocarbures pour le sol. À partir de ces renseignements toxicologiques, le sous-comité Écomarquage proposera des critères pour chaque fraction d'hydrocarbures. Ces critères inspireront au CCME une norme pour les sols.

18.1.2 Hydrocarbures pétroliers

Un agent du CTE a présidé le Groupe consultatif technique sur les méthodes d'analyse, chargé d'élaborer une méthode qui réaliserait le mieux l'objectif de la norme, respecterait les capacités nationales et assurerait la cohérence. La méthode a été élaborée par consensus. De concert avec l'ACLAE et le MENVIQ, nous avons mené une étude interlaboratoires, dont résultats ont servi à évaluer les qualités de la méthode préliminaire. La DAQA a participé aux essais de faisabilité, et la DSU a participé à l'étude. La méthode préliminaire en était aux dernières étapes de son examen en mars 2000.

18.2 Particules et ozone

Des agents du CTE ont participé dans une large mesure à l'élaboration de la norme canadienne sur les particules et l'ozone. Le choix de l'échelle ou de l'étalon de mesure pour la norme se fondait principalement sur l'analyse des données du RNSPA par le CTE. Des agents du CTE ont assisté aux séances de consultation publique et ont répondu à diverses demandes d'analyses spéciales des données afin d'étayer les analyses socio-économiques. Des rapports ont été rédigés sur les relations relatives à la résorption des particules et l'ozone et sur les tendances observées chez ces deux polluants.

18.2.1 Mesures des particules et de l'ozone dans l'air ambiant

Le CTE a préparé un plan pour intensifier la surveillance des particules et de l'ozone et il a participé à un groupe de travail fédéral-provincial visant à régler les questions de surveillance et de divulgation reliées à la norme canadienne. L'effort de surveillance en vue de maîtriser les particules et l'ozone porte sur un grand territoire, le Programme national de surveillance de la pollution atmosphérique permet la collecte et la diffusion systématiques de données.

18.3 Benzène

Le CTE a été représenté auprès du Comité d'élaboration de la norme canadienne sur le benzène, assistant à plusieurs réunions et participant à des conférences téléphoniques et à une séance de consultation publique. Un rapport a été rédigé par contrat sur l'évolution des émissions de

benzène, et les données ont été regroupées pour une analyse socio-économique des avantages découlant de la réduction des concentrations de benzène dans l'air ambiant.

18.3.1 Dosages du benzène de l'air ambiant

Le dosage du benzène s'effectue en plus de 40 endroits au Canada. Nous avons rédigé un rapport résumant les données collectées de 1989 à 1998 et étudiant l'évolution des concentrations ambiantes de benzène. Ce rapport a été posté sur le site Web du CCME.

18.4 Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofurannes

18.4.1 Dosages des PCDD et des PCDF de l'air ambiant

Les PCDD et les PCDF sont dosés en 15 endroits au Canada. Nous avons rédigé et distribué un rapport résumant les données de 1989 à 1998.

Annexe A. — Mission et rôles du Centre de technologie environnementale

MISSION

La mission du CTE est d'appuyer le mandat national et international d'Environnement Canada en matière de protection de l'environnement par les moyens suivants :

- augmenter et diffuser : les connaissances dans les domaines de la mesure de la pollution, de sa prévention et de sa maîtrise, de la dépollution ; les technologies nouvelles dans les domaines de la pollution atmosphérique et des déversements accidentels d'hydrocarbures et de matières dangereuses ;
- fournir le savoir-faire et les services appropriés d'échantillonnage et d'analyse, en respectant les normes de qualité les plus strictes.

RÔLES

- appuyer le rôle d'Environnement Canada dans la réglementation en entreprenant et promotionnant la R-D, en faisant de même pour faire avancer et pour transférer les techniques de mesure des émissions de polluants atmosphériques de lutte contre ces dernières et d'intervention contre les déversements accidentels d'hydrocarbures et de matières dangereuses ;
- appuyer l'évaluation de la pollution et aider à résoudre les problèmes d'environnement imputables à des sources précises de pollution atmosphérique ou à des lieux précis de déversement ou de rejet ayant une portée internationale, nationale ou régionale, en entreprenant la R-D fondée sur les compétences et les ressources internes ou externes et la coopération avec tous les intervenants ;
- gérer et appuyer les programmes d'Environnement Canada visant la mesure de la pollution atmosphérique et la lutte contre cette dernière, les rejets d'hydrocarbures et de matières dangereuses, en fournissant les services appropriés d'échantillonnage, d'analyse et d'assurance de la qualité ainsi que le savoir-faire dans ces domaines ;
- promouvoir une meilleure intégration de l'économie et de l'environnement et favoriser l'existence d'une industrie vigoureuse et novatrice de la protection de l'environnement au Canada, grâce au transfert d'information et de technologies et à l'appui et à l'élaboration de normes et de politiques nationales et internationales en matière de technologie ;
- fournir des avis sur les techniques de protection de l'environnement et les questions techniques qui commencent à se poser en matière de pollution atmosphérique et d'intervention contre les déversements d'hydrocarbures et de substances dangereuses, au Ministère et à d'autres clients comme l'industrie, les provinces et territoires, les organismes de R-D et le public ;
- représenter le Ministère et le Canada au sein des programmes et des organismes fédéraux, provinciaux, nationaux et internationaux de technologie de protection de l'environnement, et participer pleinement au sein de la communauté internationale qui se consacre à la mise au point et à l'application de technologies de pointe et de normes techniques pour la protection de l'environnement contre la pollution atmosphérique et les matières dangereuses.

Annexe B. — Liste des brevets

Paré, J.R.J., « Microwave-Assisted Generation of Volatiles, of Supercritical Fluid, and Apparatus Therefor », *suite partielle* du brevet américain n° 5,519,947 déposé au Patent Office des États-Unis d'Amérique, pour les États-Unis et délivré comme sous le n° **5,732,476** — 1998.

Paré, J.R.J., « Microwave-Assisted Separations Using Volatiles », *suite partielle* du brevet américain n° 5,675,909 déposé au Patent Office des États-Unis d'Amérique, pour les États-Unis et délivré comme sous le n° **5,884,417** — 1999.

Annexe C. — Publications (communications, livres, chapitres de livres, articles et revues)

Brook, J. et T. Dann, « Contribution of Nitrate and Carbonaceous Species to PM_{10} and $PM_{2.5}$ Observed in Canadian Cities », accepté pour publication dans *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 49: 193-199, 1998.

Brook, J.R., T. Dann et Y. Bonvalot, « Observations and Interpretations from the Canadian Fine Particle Monitoring Program », *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 49: 35-44, 1998.

Brook, J., T. Dann, A. Wiebe, S.M. Li, S. Sharma, Z. Nejedly, I. Campbell, J. Chow et Y.Z. Tang, « Inter-comparison of Sampling and Analysis Techniques for $PM_{2.5}$ Monitoring », *J. Aerosol Sci.* 29, suppl. 1: s510, 1998.

Brown, C.E., « Disaster Management in the Coastal Zone - Airborne Versus Spaceborne Sensors », *Backscatter*, vol. 10 (4), p. 22, 1999.

Brown, C.E., « Remote Sensing Aircraft Play a Vital Role », *Spill Technology Newsletter*, volume 24 (3-4), p. 1-6, 1999.

Brown, C.E. et M.F. Fingas, « Oil Spill Remote Sensors », dans *Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation*, dir. R.A. Meyers, vol. 5, John Wiley & Sons, New York, NY, p. 3200-3207, 1998.

Chiu, C., G. Poole, R. Turle, W. Brubaker, M. Schantz et S. Wise, « Determination of Polychlorinated Dioxin/Furan Congeners in Air Particulate and Marine Sediment Standard Reference Materials (SRMs) », *Dioxin'99, Organohalogan Compounds*, vol. 43, 413-416, 1999.

Chiu, C., S. Wise, G. Poole et R. Turle, « An Interlaboratory Study for the Development of Reference Dioxin Values », *Dioxin'98, Organohalogan Compounds*, vol. 35, 101-103, 1998.

Curren, K, T. Gillespie, T. Dann et D. Wang, « Biogenic Isoprene in the Lower Fraser Valley, British Columbia », *J. of Geophys. Res.*, 103 (D19): 25467-25477, 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E., « L'électrophorèse capillaire, puissant outil pour la recherche sur les aérosols atmosphériques et leur analyse ? Survol », *CE Advances* (en japonais), 2(2) 17-29, 1998.

Dabek-Zlotorzynska E. et K. Keppel-Jones, « The Analysis of Low Molecular Weight Carboxylic Acids by CE with Indirect UV Detection: A Review », *LC-GC*, 18(9), 950-966, 2000.

Dabek-Zlotorzynska E., M. Piechowski, M. McGrath et E.P.C. Lai, « Capillary Electrophoresis for the Determination of Low-Molecular-weight Organic Acids in Atmospheric Aerosol and Vehicle Exhaust Samples », soumis au *J. Chromatogr.*, 2000.

Dabek-Zlotorzynska E. et M. McGrath, « Determination of Low Molecular Weight Carboxylic Acids in the Ambient Air and Vehicle Emissions: A Review », *Fresenius' J. Anal. Chem. 367: 507-518*, 2000.

Dabek-Zlotorzynska, E. et E.P.C. Lai, « Separation of Carbonyl 2,4-Dinitrophenylhydrazones by Capillary Electrochromatography with Diode Array Detection », *J. Chromatogr. A*, 853: 487-496, 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E. et W. Maruszak, « Determination of Dimethylamine and Other Low-Molecular-Mass Amines by Capillary Electrophoresis with Laser-Induced Fluorescence Detection », *J. Chromatogr.*, B 14(1): 77-85, 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E., E. Lai et A.R. Timerbaev, « Capillary Electrophoresis: The State-of-the Art in Metal Speciation Studies - A Review », *Anal. Chim. Acta*, 359: 1-26, 1998.

Dai, J., V.A. Yaylayan, J.R.J. Paré et G.S.V. Raghavan, « Extraction and Colorimetric Determination of Azadirachtin Related Limonoids in Neem Seed Kernel », *J. Agric. Food Chem.* 47, 3738-3742, 1999.

Dann, T. et J. Brook, « The Canadian Fine Particle Monitoring Program: Rationale and Results », *J. Aerosol Sci. 29*, suppl. 1: s519, 1998.

Environnement Canada, « Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) — Sommaire annuel pour 1998 », Service de la protection de l'environnement, rapport SPE 7/AP/31, Ottawa, février 2000. (Disponible aussi en anglais)

Environnement Canada, « Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) — Sommaire annuel pour 1997 », Service de la protection de l'environnement, rapport SPE 7/AP/30, juillet 1999. (Disponible aussi en anglais)

Environnement Canada, « Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) — Sommaire annuel pour 1996 », Service de la protection de l'environnement, rapport SPE 7/AP/29, février 1999. (Disponible aussi en anglais)

Environnement Canada, « Method for the Measurement of Gaseous Emissions to the Atmosphere from Gas Turbines and Reciprocating Engines », Service de la protection de l'environnement, rapport EPS 1/RM/36E, Ottawa, mars 1999.

Environnement Canada, « Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) — Sommaire annuel pour 1995 », Service de la protection de l'environnement, rapport SPE 7/AP/28, mai 1998. (Disponible aussi en anglais)

Fingas, M.F. et M. Punt, « In-situ Burning — A Cleanup Technique for Oil Spills on Water », Centre de technologie environnementale, Environnement Canada, Ottawa, 2000.

Fingas, M.F., « *In-Situ* Burning of Oil Spills: A Historical Perspective », *The Coast Guard Journal of Safety at Sea*, vol. 56, p. 45-52, 1999.

Fingas, M.F., « Studies on the Evaporation of Crude Oil and Petroleum Products: II. Boundary Layer Regulation », *Journal of Hazardous Materials*, vol. 57, p. 41-58, 1998.

Fingas, M.F., « *In-Situ* Burning of Oil Spills: An Overview », *Spill Technology Newsletter*, vol. 23 (1-4), p. 1-14, 1998.

Fingas, M.F., B. Fieldhouse et J.V. Mullin, « Water-in-Oil Emulsions: Results of Formation Studies and Applicability to Oil Spill Modelling », *Spill Science and Technology Bulletin*, vol. 5, p. 81-91, 1999.

Fingas, M.F., P.G. Langille et L.B. Solsberg, *Survey of Chemical Spill Countermeasures*, Lewis Publishers, New York, NY, 241 p., 1998.

Foght, J., K. Semple, C. Gauthier, D.W.S. Westlake, S. Blenkinsopp, G. Sergy, Z. Wang et M. Fingas, « Effect of Nitrogen Source on Biodegradation of Crude Oil by a Defined Bacterial Consortium Incubated Under Cold, Marine Conditions », *Environmental Technology*, vol. 20, p. 839-849, 1999.

Foght, J., K. Semple, D.W.S. Westlake, S. Blenkinsopp, G. Sergy, Z. Wang et M. Fingas, « Development of a Standard Bacterial Consortium for Laboratory Efficacy Testing of Commercial Freshwater Oil Spill Bioremediation Agent », *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, vol. 21, p. 322-330, 1998.

Fuentes, J.D., D. Wang et L. Gu, « Seasonal Variations in Isoprene Emissions from a Boreal Aspen Forest », American Meteorological Society, p. 855-869, juillet 1999.

Fuentes, J.D., D. Wang et L. Gu, « On the Seasonal Controls of Isoprene Emissions and Associated Uncertainties with Annual Inventories from a Boreal Forest », *Journal of Applied Meteorology*, 38:855-869, 1998.

Fuentes, J.D. et D. Wang, « On the Seasonality of Isoprene Emissions from a Mixed Temperate Forest », *Ecological Applications*. sous presse, 1998.

Fulton, D., T. Gillespie, J. Fuentes et D. Wang, « Volatile Organic Compound (VOC) Emissions from Black Spruce (Picea Marianna [Mill] B.S.P.) Trees », *Agricultural and Forest Metereo*. 90:247-255, 1997.

Gratz, L., S. Babley, D. Leddy, J. Johnson, C. Chiu et P. Stommel, « Interlaboratory Comparison of HPLC-Fluorescence Detection and GC/MS: Analysis of PAH Compounds in Diesel Exhaust », *Journal of Hazardous Materials*, sous presse.

Jiang W., D.L. Singleton, R. McLaren, M. Hedley, T. Dann et D. Wang, « Comparison of Organic Compound Compositions in the Emissions Inventory and Ambient Data for the Lower Fraser Valley », *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 47:851-860, 1997.

Lai, E.P.C. et E. Dabek-Zlotorzynska, « Separation of Theophyline, Caffeine and Related Drugs by Normal Phase Capillary Electrochromatography », *Electrophoresis*, 20(12):2366-2372, 1999.

Lai, E.P.C., W. Zhang, X. Trier, A. Georgi, S. Kowalski, S. Kennedy, T. MdMuslim et E. Dabek-Zlotorzynska, « Speciation of Mercury in Steam Distillate by Capillary Electrophoresis with Amperometric Detection », *Anal. Chim. Acta*, 364 (1-3): 63-74, 1998.

Li, K., M. Landriault, M. Fingas et M. Llompart, « Pressurized Solvent Extraction of Environmental Organic Compounds in Soils Using a Supercritical Fluid Extractor », *Analysis*, vol. 26, p. 365-369, 1998.

Llompart, M., K. Li et M.F. Fingas, « Headspace Solid-Phase Microextraction for the Determination of Polychlorinated Biphenyls in Soils and Sediments », *Journal of Microcolumn Separations*, vol. 6, p. 397-402, 1999.

Llompart, M., K. Li et M.F. Fingas, « Headspace Solid-Phase Microextraction (HSSPME) for the Determination of Volatile and Semivolatile Pollutants in Soils », *Talanta*, vol. 48, p. 451-459, 1999.

Llompart, M., K. Li et M.F. Fingas, « Headspace Solid-Phase Microextraction for the Determination of Volatile and Semi-Volatile Pollutants in Water and Air », *Journal of Chromatography A*, vol. 824, p. 53-61, 1998.

Llompart, M., K. Li et M.F. Fingas, « Solid-Phase Microextraction and Headspace Solid-Phase Microextraction for the Determination of Polychlorinated Biphenyls in Water Samples », *Analytical Chemistry*, vol. 70, p. 2510-2515, 1998.

Makar, P.A., J.D. Fuentes, D. Wang, R.M. Staebler et H.A. Weibe, « Chemical Processing of Biogenic Hydrocarbons Within and Above a Temperate Deciduous Forest », *Journal of Geophysical Research*, vol. 104, No. D3, p. 3581-3603, février 1999.

Makar P, J.D. Fuentes, D. Wang, R. Staebler et A. Wiebe, « Modeling of Biogenic Hydrocarbon Oxidation at a Forested Site in Southern Ontario », *Journal of Geophysical Research*, accepté avec révisions, 1998.

Nawaby, A.V., P. Kruus et E. Dabek-Zlotorzynska, « Determination of Anionic Surfactant Turkey Red Oil by Capillary Electrophoresis with Direct UV Detection », *J. High Resol. Chromatogr.*, 21: 401-406, 1998.

Nejedly, Z., J.L. Campbell, W.J. Teesdale, J.F. Dlouhy, T.F. Dann, R.M. Hoff, J.R. Brook et H.A. Wiebe, « Inter-laboratory Comparison of Air Particulate Monitoring Data », *Air & Waste Manage. Assoc.* 48: 386-397, 1998.

Punt, M.M., G.S.V. Raghavan, J.M.R. Bélanger et J.R.J. Paré, « Microwave-Assisted Process for the Extraction of Contaminants from Soil », *J. Soil Contamin.* 8, 577-592, 1999.

Rogak, S. N., U. Pott, T. Dann et D. Wang, « Gaseous Emissions from Vehicles in a Traffic Tunnel in Vancouver, B.C. », *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 48:604-615, 1997.

Seth, R. et D. Mackay, « Do Toxic Chemical Spills Contribute Significantly to Human and Environmental Exposure in Canada? », *Spill Technology Newsletter*, vol. 24(1-2), p. 1-9, 1999.

Timerbaev, A.R., E. Dabek-Zlotorzynska et M. van den Hoop, « Inorganic Environmental Analysis by Capillary Electrophoresis: A Review », *Analyst*, 124: 811-826, 1999.

Turle, R., « Overview », dans *International Pesticide Product Registration Requirements: The Road to Harmonization*, ACS Symposium Series 724, W. Garner, P. Royal et F. Liem, (dir.) American Chemical Society, Washington, D.C., 1999.

Turle, R., N. McQuaker et R. Wilson, « Quality Assurance for Environmental Laboratories in Canada » in *International Pesticide Product Registration Requirements: The Road to Harmonization*, ACS Symposium Series 724, W. Garner, P. Royal et F. Liem, (dir.) American Chemical Society, Washington, D.C., 1999.

Wang, Z., « Using Systematic and Comparative Analytical Data to Identify the Source of Unknown Oil », *European Chemistry Chronicle*, vol. 3, p. 29-30, 1998.

Wang, Z. et M.F. Fingas, « BTEX Quantification in Oils by GC/MS », dans *Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation*, vol. 2, R.A. Meyers (dir.), John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, p. 829-852, 1998.

Wang, Z. et M.F. Fingas, « Using Biomarker Compounds to Track the Source of Spilled Oil and to Monitor the Oil Weathering Process », *LC/GC Asia Pacific*, p. 43-49, 1998.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault, L. Sigouin, S. Grenon et D. Zhang, « Source Identification of an Unknown Spilled Oil from Quebec (1998) by Unique Biomarkers and Diagnostic Ratios of 'Source-Specific Marker' Compounds », *Environmental Technology*, vol. 20, p. 851-862, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas et D.S. Page, « Oil Spill Identification », *Journal of Chromatography* A, vol. 843, p. 369-411, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, Y.Y. Shu, L. Sigouin, M. Landriault, P. Lambert, R. Turpin, P. Campagna et J. Mullin, « Quantitative Characterization of PAHs in Burn Residue and Soot Samples and Differentiation of Pyrogenic PAHs from Petrogenic PAHs: The 1994 Mobile Burn Study », *Environmental Science and Technology*, vol. 33, p. 3100-3109, 1999.

Wang, Z., M. Fingas, S. Blenkinsopp, G. Sergy, M. Landriault, L. Sigouin, J. Foght et D.W.S. Westlake, « Comparison of Oil Composition Changes due to Biodegradation and Physical Weathering in Different Oils », *Journal of Chromatography* A, vol. 809, p. 89-107, 1998.

Wang, Z., M. Fingas, S. Blenkinsopp, G. Sergy, M. Landriault, L. Sigouin et P. Lambert, « Study of the 25-year-old Nipisi Oil Spill: Persistence of Oil Residues and Comparisons Between Surface and Subsurface Sediments », *Environmental Science and Technology*, vol. 32, p. 2222-2232, 1998.

Wang, Z., M. Fingas, M. Landriault et L. Sigouin, « Distribution of PAH in Burn Residue and Soot Samples and Differentiation of Pyrogenic and Petrogenic PAH », *Preprints of Symposia*, American Chemical Society, vol. 43, p. 607-611, 1998.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault, L. Sigouin, B. Castle, D. Hostetter, D. Zhang et B. Spencer, « Identification and Linkage of Tarballs from the Coasts of Vancouver Island and Northern California Using GC/MS and Isotopic Techniques », *Journal of High Resolution Chromatography*, vol. 21, p. 383-395, 1998.

Zhu, T., D. Wang, R.L. Desjardins et J.I. MacPherson, « Aircraft-based Volatile Organic Compound Flux Measurement with Relaxed Eddy Accumulation », *Atmospheric Environment* 33 (12): 1969-1979, 1997.

ANNEXE D. — Rapports manuscrits (non publiés)

Division de l'analyse et de la qualité de l'air, « National Air Pollution Surveillance (NAPS) 9th Network Interagency Analysis of Gas Concentrations (1999) », rapport 99-2 de la DAQA, juillet 1999.

Division de l'analyse et de la qualité de l'air, « National Air Pollution Surveillance Network (NAPS) Interagency Analysis of Gas Concentrations 1997 », rapport 98-1 de la DAQA, mars 1998.

Barton, P., « Study of Heavy-duty Diesel Engine Exhaust Emissions and Fuel Consumption with the Use of NTZ Filter », rapport 98-67 de la DRME (99-26779), février 2000.

Barton, P., « Evaluation of Emissions and Fuel Economy of the Hybrid Nova Bus — Phase II », rapport 99-47 de la DRME, février 2000.

Barton, P, « Study of Two-stroke Outboard Marine Engine Exhaust Emissions with the Use of a Catalyst Muffler Combination », rapport 99-26783-1 de la DRME, juin 1999.

Barton, P., « BiTron Bus Testing Report », rapport 99-26784 de la DRME, avril 1999.

Beak Consultants Inc., « Optimising Hydraulic Cleaning Techniques for Oiled Coarse Sediment Beaches: Meso-scale Field Trials », Environnement Canada, Edmonton, volume 1, 228 p. et volume 2, 529 p., 1999.

Cathum, S., R. Smits, K. Volchek et M. Punt, « Simultaneous Recovery of Inorganic Contaminants and Hydrocarbons from Soils », SAIC Canada, mars 2000 (sous presse — BTGU/ CTE/Environnement Canada).

Chiu, C., « Determination of LOQ for PCDD/PCDF and HCB in Soil », rapport provisoire, mars 1999.

Chiu, C., « Status Report on Method Development for the Analysis of Polycyclic Aromatic Heterocycles with Sulfur and/or Nitrogen », juin 1999.

Chiu, C., « Level of Quantification Determination: PCDD/PCDF and Hexachlorobenzene, Part I & Part II », novembre 1999.

Chiu, C., « Assessment of Interlaboratory Comparison Data for the 1997 Dioxin/Furan Trend Monitoring Program », janvier 1998.

Cianciarelli, D., « Measurement of PCDD/PCDF and Hexachlorobenzene Emissions from an Electric Arc Furnace Shop, Dofasco Inc., Hamilton, Ontario », rapport 99-08 de la DRME, mars 2000.

Cianciarelli, D., « Characterization of Emissions from a Power Boiler Fired with Landfill Gas », rapport 99-07 de la DRME, mars 2000.

Cianciarelli, D., « Characterization of Emissions from a 812 KW_e Reciprocating Engine Fired with Landfill Gas, Meloche Landfill, Kirkland, Quebec », rapport 99-05 de la DRME, décembre 1999.

Cianciarelli, D., « Characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Volatile Organic Compounds from the H.R. Milner Power Generating Station », rapport 99-03 de la DRME, octobre 1999.

Cianciarelli, D., « Characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Volatile Organic Compounds and Carbonyls from the National Research Council Stationary Turbine Sources », rapport 98-5, février 1999.

Cianciarelli, D. et Williams, B., « Estimated Releases of Non-methane Compounds from Canadian Landfills », rapport 98-2 de la DRME, février 1999.

Cianciarelli, D. et Mortazavi, R., « Characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Volatile Organic Compounds from the Sheerness Power Generating Station », rapport 98-4, décembre 1998.

Cooper D. et al, « Orimulsion Refloater/Skimmer Testing Summary », SAIC Canada, mars 2000, (sous presse — BTGU/CTE/Environnement Canada).

Cooper, D., T. Lorenzo, R. Therrien et B.O. Johannessen, « Study of Viscosity and Emulsion Effects on Skimmer Performance », SAIC Canada, mars 1999 (sous presse — BTGU/CTE/ Environnement Canada).

Dann, T. et K. Krieger, « Monitoring of Persistent Toxic Substances in Ontario — Great Lakes Basin », rapport 2000-1 de la DAQA, janvier 2000.

Dann, T. « Ambient Air Concentrations of Benzene in Canada (1989-1998) », rapport 99-1 de la DAQA, mars 1999.

Dann, T., « Ozone, NO_x and VOC Data Analysis (1989-1996) », rapport de la DAQA, mars 1999.

Dann, T., « Ambient Air Measurements of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH), Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins (PCDD) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDF) in Canada (1987-1997) », rapport 97-3 de la DAQA, 1997.

Division de la recherche et de la mesure des émissions, « Measurement of NO_x, CO and SO_2 in the Flue Gases from Selected PWGSC Central Heating Plants in the National Capital Region », rapport 99-01 de la DRME, juin 1999.

Division de la recherche et de la mesure des émissions, « Characterization of Emissions from the Spadina Municipal Solid Waste Landfill, Saskatoon, Saskatchewan », rapport 98-1 de la DRME, février 1998.

Foght, J.F., « Identification of the Bacterial Isolates Comprising the Environment Canada Freshwater and Cold Marine Standard Inocula, Using 16S rRNA Gene Sequencing and Analysis », EE-164, Environnement Canada, Ottawa, 21 p., 1999.

Gillie, R., J. Harper et D. McCullough, « Development of a Probe to Detect Oil in Shorelines: Concepts for a Probe and Initial Testing », EE-163, Environnement Canada, Ottawa, 48 p., 1999.

Graham, L., « Gaseous and PM Emissions from In-use Light-duty Gasoline Motor Vehicles », rapport 99-67 de la DRME, mars 2000.

Graham, L., « Indoor Air Sampling for Infiltration of Vehicle Emissions to the House from the Attached Garage », rapport 99-26768-2 de la DRME, 1999.

Graham, L., « Characterisation of the Tail Pipe and Evaporative Emissions of the Test Vehicle for the Residential Garage Study », rapport 99-26781-1 de la DRME, 1999.

Graham, L., « Considerations for Sample Collection Methodologies », projet 34202/3 du PRDE, rapport 98-02 de la DRME, 1998.

Graham, L., « Gaseous and Particulate Matter Emissions from Two Light-duty Gasoline Motor Vehicles », rapport 98-01-525 de la DRME, 1998.

Graham, L., « Evaluation of the Detection Limits for the Plantinum Group Elements in Mobile Source Particulate Matter Emissions Samples by XRF and PIXE Analyses », projet PRDE, rapport 98-01 de la DRME, 1998.

Guénette, C.C. et G.A. Sergy, « Disposal Options for Recovered Bitumen », Environnement Canada, Ottawa, 98 p., 1999.

Guénette, C.C., G.A. Sergy et B. Fieldhouse, « Removal of Stranded Bitumen from Intertidal Sediments Using Chemical Agents, Phase I: Screening of Chemical Agents », EE-162, Environnement Canada, Ottawa, 32 p., 1998.

Hendren, F. et A. Craig, « Marine Vessel Exhaust Emissions Phase II », rapport 98-26781 de la DRME, juin 1999.

Hendren, F., D. Rosenblatt et P. Howes, « Emissions Testing of an EMS 645 Locomotive Emissions at Alstom AMF Transport Inc. », rapport 99-40 de la DRME, février 2000.

Howes, P, « Evaluation of an Emissions Heat Exchanger for the Reduction of Exhaust Emissions and Fuel Consumption during Cold and Standard Temperature Operations », rapport 99-38 de la DRME, novembre 1999.

Howes, P., « Investigation of Potential Exhaust Emissions and Fuel Consumption Reductions through the Use of Diesel Fuel Heater », rapport 98-26707 de la DRME, 1998.

Jokuty, P., B. Fieldhouse, S. Whiticar et M. Fingas, « The Dynamics of Orimulsion Spills in Salt, Fresh and Brackish Water », EE-161, Environnement Canada, Ottawa, 42 p., 1999.

Jokuty, P., Z. Wang, M. Fingas, B. Fieldhouse, P. Lambert, and J. Mullin, « Properties of Crude Oils and Oil Products », EE-165, Environnement Canada, Ottawa, 1234 p., 1999.

Jokuty, P., S. Whiticar, Z. Wang, K. Doe, B. Fieldhouse et M. Fingas, « Orimulsion-400: A Comparative Study », EE-160, Environnement Canada, Ottawa, 35 p., 1999.

Jokuty, P., S. Whiticar, Z. Wang, B. Fieldhouse et M. Fingas, « A Catalogue of Crude Oil and Oil Product Properties for the Pacific Region », Environnement Canada, Ottawa, 264 p., 1999.

Lee, K., P. StoffynEgli, G. Wohlgeschaffen, J. Gauthier, S. St.-Pierre, G.H. Tremblay, S.E. Cobanli, R. Prince, R.E. Bare, R.M. Garrett, M.J. Grossman, G.A. Sergy, E.H. Owens, C.C. Guénette et T. Johnson, « In-Situ Treatment of Oiled Sediment Shorelines: Environmental Impact and Validation of Oil-Mineral Aggregate Formation », volume 4, Environnement Canada, Edmonton, 60 p. + annexes, 1999.

Lefohn, A. et T. Dann, « Determination and Application of 'Roll Back' Function for Hourly Ozone », rapport au groupe de travail sur les objectifs et recommandations en matière de qualité de l'air, mars 1999.

Mann, J., « Characterization of Emissions from the East Calgary Solid Waste Landfill, Fall Phase, Calgary », rapport 99-06 de la DRME, novembre 1999.

Mann, J., « Characterization of Emissions from the Shepard Municipal Solid Waste Landfill, Spring Phase, Calgary », rapport 99-02 de la DRME, août 1999.

Mann, J., « Characterization of Emissions from the Shepard Municipal Solid Waste Landfill, Calgary », rapport 98-3, mars 1999.

Owens, E.H. et G.A. Sergy, « Orimulsion Spill Field Guide for the Protection and Cleanup of Marine Shorelines », Environnement Canada, Edmonton, 194 p., 1999.

Owens, E.H., « Field Observations at the Punta Espora Sites, Strait of Magellan, Chile, 23½ Years After the Metula Oil Spill », Environnement Canada, Edmonton, 72 p., 1998.

Prince, R.C., R.E. Bare, R.M. Garrett, M.J. Grossman, C.E. Haith, L.G. Keim, G.J. Holtom, G.A. Sergy, P. Lambert, K. Lee, E.H. Owens et C.C. Guénette, « In-Situ Treatment of Oiled Sediment Shorelines: Bioremediation of a Marine Oil Spill in the Arctic », volume 3, Environnement Canada, Edmonton, 57 p., 1999.

Punt, M., « Two-Phase Partitioning Bioreactor for Soil Remediation », SAIC Canada, mars 2000. (Sous presse — BTGU/CTE/Environnement Canada)

Punt, M., « Innovative and Emerging Technologies for the Remediation of PCB Contaminated Soil and Groundwater », SAIC Canada, mars 1999. (Sous presse — BTGU/CTE/Environnement Canada)

Rideout, G., « Impact of Lubrizol's PuriNOX Low-emissions Diesel Fuel on the Exhaust Emissions from a Heavy-duty Off-road Diesel-powered Vehicle », rapport 99-37 de la DRME, octobre 1999.

Rideout, G., « Evaluation of Emissions and Fuel Economy of the Hybrid Nova Bus », rapport 99-26720 de la DRME, 1999.

Rideout, G., « Evaluation of the EFX Fuel Mixing Device », rapport 98-26719 de la DRME, avril 1999.

Rideout, G. et P. Howes, « Investigation of Potential Exhaust Emission Reductions through the Use of Biodiesel Used in Conventional Diesel Engines », rapport 98-26718 de la DRME, 1998.

Rideout, G, « BC Ferries Emissions Test Program — Report for BC Ferry Corporation », rapport 98-26711 de la DRME, 1998.

Rosenblatt, D., « Emissions Field-Testing of a Front End Loader Operating on Lubrizol's PuriNOX Summer and Winter Grade Fuel Blends », rapport 99-51 de la DRME, février 2000.

Rosenblatt, D, « Heavy Duty Diesel Exhaust Emissions of Diesel Fuels derived from Oil Sands and Conventional Oils », rapport 98-52 de la DRME, avril 1999.

Rosenblatt, D, « Engine Exhaust Emissions Evaluation of a Continuous Water Injection System Installed on a BC Ferry — DRAFT », rapport 99-04 de la DRME, février 2000.

Rosenblatt/Ainslie, « Impact of Lubrizol's PuriNOX Low-Emission Diesel Fuel on the Exhaust Emissions and Fuel Consumption during Cold and Standard Temperature Operations », rapport 99-37 de la DRME, septembre 1999.

Rosenblatt, D, « Evaluation of Emissions from DND Light-Duty Trucks Converted to Operate as Bi-Fuel Propane Vehicles », rapport 99-14 de la DRME, août 1999.

Rostkowska, E, « Study of a Light Duty Vehicle Exhaust Emissions and Fuel Consumption », rapport 99-39 de la DRME, novembre 1999.

Rostkowski, J., G. Rideout et D. Karman, « Cleaner Fuels ~ Clean Air Cleaner Transportation Fuels for Improved Urban Air Quality in Central Asia and the Caucasus - Interim Report », octobre 1999.

Sergy, G.A, C.C. Guénette, E.H. Owens, R.C. Prince et K. Lee, « In-Situ Treatment of Oiled Sediment Shorelines: Summary Report », volume 1, Environnement Canada, Edmonton, 85 p., 1999.

Sergy, G.A., C.C. Guénette, E.H. Owens, R.C. Prince et K. Lee, « In-Situ Treatment of Oiled Sediment Shorelines: Effectiveness of Treatment Techniques », volume 2, Environnement Canada, Edmonton, 140 p. + annexes, 1999.

Souligny, Michel, « A Comparative Study of Emissions and Fuel Consumption of a Canada Post Vehicle with Internal Combustion Motor versus Electric Propulsion », rapport 99-66, février 2000.

Williams, B., « Measurement of Gaseous Emissions from the Capstone 28 kW_e Microturbine », rapport 98-6, mars 1999.

Williams, B., « Performance of a Catalyst on Exhaust Emissions from a Diesel Backup Generator », rapport 99-04 de la DRME, octobre 1999.

ANNEXE E. — Comptes rendus

Blenkinsopp, S.A., G. Sergy, K. Doe, P. Jackman et A. Huybers, « Simple Test Guidelines for Screening Oilspill Sorbents for Toxicity », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, vol. 1, p. 473-483, 1998.

Brook, J., A. Mamedov, D. Yap, M. Benjamin, D. Waugh et T. Dann, « Influence of Long-Range/Transboundary Transport on Ambient Concentrations in Eastern Canada », *PM2000: Particulate Matter and Health Conference*, Charleston, janvier 2000.

Brook, J., T. Dann et Y. Bonvalot, « Observations and Interpretations from the Canadian Fine Particle Monitoring Program », *Proceedings of AWMA International Specialty Conference on a Fine Particle Standard*, Long Beach, CA, janvier 1998.

Brown, C.E. et M.F. Fingas, « Oil Spill Surveillance, Monitoring and Remote Sensing: A Global Review », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 387-401, 1999.

Brown, C.E. et M.F. Fingas, « Oil Spill Remote Sensing in Marine and Coastal Environments Using Laser-Based Sensors », dans *Proceedings of the Twentieth Canadian Symposium on Remote Sensing*, Institut aéronautique et spatial du Canada, Ottawa, p. 15-18, 1998.

Brown, C.E., M.F. Fingas et W.C. Bayer, « The Future of the Convair 580 SAR Facility », dans *Proceedings of the Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, vol. 1, p. I-463-I-469, 1999.

Brown, C.E., M.F. Fingas et J.V. Mullin, « Initial Testing and Integration of the Scanning Laser Environmental Airborne Fluorosensor », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, D.C., p. 777-779, 1999.

Brown, C.E., M.F. Fingas, R.D. Nelson et J.V. Mullin, « Locating Spilled Oil With Airborne Laser Fluorosensors », dans *Proceedings of the International Society for Photo-optical Instrumentation Engineers: Environmental Monitoring and Remediation Technologies*, vol. 3534, Bellingham, WA, p. 582-590, 1999.

Brown, C.E., R.D. Nelson et M.F. Fingas, « Operational Remote Sensing in the Aftermath of the Swissair Flight 111 Tragedy », dans *Proceedings of the Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, vol. 1, p. I-43-I-49, 1999.

Brown, C.E., M.F. Fingas et R.H. Goodman, « Oil-Spill Remote Sensors: New Tools that Provide Solutions to Old Problems », dans *Proceedings of the Twenty-first Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 783-794, 1998.

Brown, C.E., M.F. Fingas, J.V. Mullin, R. Dick et C. Giroud, « Putting the Scanning Laser Environmental Airborne Fluorosensor through its Paces: Initial Test Results », dans *Proceedings of the Twenty-first Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 811-818, 1998.

Brown, C.E., R.D. Nelson, M.F. Fingas et J.V. Mullin, « Installation and Testing of a New Scanning Laser Fluorosensor », dans *Proceedings of the Fifth Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, vol. 1, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI., p. I-1-I-6, 1998.

Burnett, R., D. Krewski, J. Brook, T. Dann, C. Dlocla et O. Philips, « Association Between the Elemental Particulate Components of Urban Air Pollution and Daily Mortality in Eight Canadian Cities », *PM2000: Particulate Matter and Health Conference*, Charleston, janvier 2000.

Chiu, C., G. Poole, M. Tardif, W. Miles et R. Turle, « Determination of PCDDs/PCDFs and PCBs in Sediments Using Microwave-Assisted Solvents Extraction », *Dioxin* '97, *Organohalogen Compounds*, vol. 31, 175-180, 1997.

Cooper, D. et J. Mullin, « Sorbent Performance Database » poster presentation at the *Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar*, Calgary, 1999.

Cooper, D., D. Velicogna, K. Volchek et al., « Bench Scale Remediation Studies of a PCB Contaminated Site in Helsinki, Finland », présentation d'affiche au *Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Calgary, 1999.

Cooper, D,. H. Whittaker, J. Maiers et al., « Demonstration Remediation of Contaminated Groundwater and Soil at a Former Missile Base in Latvia », *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, juin 1998, Edmonton, p. 23-32, 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E. et E.P.C. Lai, « Separation of Carbonyl Compounds as their 2,4 Dinitrophenylhydrazones by Capillary Electrochromatography », *Proceedings of the 2nd International Biennial Conference on Chemical Measurement and Monitoring of the Environment, EnviroAnalysis '98*, p. 285-290, 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E. et W. Maruszak, « Analysis of Dimethylamine and Other Low-Molecular-Mass Amines Using Capillary Electrophoresis with Laser-Induced Fluorescence Detection », *Proceedings of the 2nd International Biennial Conference on Chemical Measurement and Monitoring of the Environment, EnviroAnalysis '98*, p. 299-304, 1998.

Dupras, D., I. Goulet, H. Bastien, M. Houde, P. Lambert et N. Laroche, « Sulphuric Acid Spill in Saint-Jean Chrysostome, Québec Region », *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 209-234, 1998.

Erickson G., G. Mauseth, S. Blenkinsopp et G. Sergy, « Optimizing Hydraulic Cleaning Techniques for Oiled Coarse Sediment Beaches: Immediate and One-Year Post-Treatment Results of the Meso-Scale Field Trials », dans *Proceedings of the*

Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar, Environnement Canada, Ottawa, vol. 1, p. 361-385, 1999.

Fingas, M.F., « The Chemistry and Physics of Oil Behaviour at Sea: Weathering and Incorporation Into Spill Models », dans *Marpolser 98: Marine Meteorology and Related Oceanographic Activities*, rapport n° 44, Organisation météorologique mondiale, p. 91-112, 1999.

Fingas, M.F., « The Evaporation of Oil Spills: Development and Implementation of New Prediction Methodology », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, p. 281-287, 1999.

Fingas, M.F., « In-Situ Burning of Oil Spills: A Historical Perspective », dans *Proceedings of the 1998 In Situ Burning of Oil Spills Workshop*, publication spéciale 935 du NIST, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, p. 55-65, 1999.

Fingas, M.F., « A Comparison of Some Spill Models and Experimental Data », *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 33-49, 1998.

Fingas, M.F. et C.E. Brown, « Review of the Visibility of Oil Slicks and Oil Discharges on Water », *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 819-840, 1998.

Fingas, M.F. et C.E. Brown, « Review of New Developments in Oil Spill Remote Sensing », dans *Proceedings of the Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, Environmental Research Institute of Michigan*, Ann Arbor, MI, vol. 1, p. I-795-I-802, 1999.

Fingas, M.F., F. Ackerman, P. Lambert, K. Li, Z. Wang, R. Nelson, M. Goldthorp, R. Turpin, P. Campagna, S. Schuetz, M. Morganti et R. Hiltabrand, « Studies of Emissions from Oil Fires », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 467-518, 1999.

Fingas, M.F., C.E. Brown et L. Gamble, « The Visibility and Detectability of Oil Slicks and Oil Discharges on Water », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 865-886, 1999.

Fingas, M.F., B. Fieldhouse et J.V. Mullin, « Studies of Water-in-Oil Emulsions: Energy Threshold of Emulsion Formation », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 57-68, 1999.

Fingas, M., B. Fieldhouse, Z. Wang et J.V. Mullin, « Analytical Procedures for Dispersant Effectiveness Testing », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 231-241, 1999.

Fingas, M., P. Lambert, K. Li, Z. Wang, F. Ackerman, R. Nelson, M. Goldthorp, J. Mullin, S. Schuetz, M. Morganti, R.D. Turpin, R. Nadeau, P. Campagna et R. Hiltabrand,

« Studies of Emissions from Oil Fires », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, p. 541-547, 1999.

Fingas, M., K. Li, N. Laroche, P. Jokuty, C. Brown et B. Fieldhouse, « Sampling and Analysis of Shredded Automobile Residue », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 41-55, 1999.

Fingas, M.F., Z. Wang, P. Lambert, F. Ackerman, B. Fieldhouse, R. Nelson, M. Goldthorpe, S. Whiticar, K. Li, P. Campagna, D. Miickunas, R. Turpin, R. Nadeau, S. Schuetz, M. Morganti et R.A. Hiltabrand, « Emissions from Mesoscale In-Situ (Diesel) Fires: Gases, PAHs and VOCs from the Mobile 1997 Experiments », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 567-597, 1999.

Fingas, M.F., C.E. Brown et J.V. Mullin, « A Comparison of the Utility of Airborne Oil Spill Remote Sensors and Satellite Sensors », dans *Proceedings of the Fifth Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, vol. 1, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, p. I-171-I-178, 1998.

Fingas, M.F., C.E. Brown et J.V. Mullin, « The Visibility Limits of Oil on Water and Remote Sensing Thickness Detection Limits », dans *Proceedings of the Fifth Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, vol. 2, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, p. II-411-II-418, 1998.

Fingas, M.F., B. Fieldhouse et J.V. Mullin, « Studies of Water-in-Oil Emulsions: Stability and Oil Properties », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 1-25, 1998.

Fingas, M.F., B. Fieldhouse, Z. Wang, L. Sigouin et J.V. Mullin, « The Development and Application of a Modified Analytical Procedure for Laboratory Dispersant Testing », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 271-280, 1998.

Fingas, M.F., P. Lambert, F. Ackerman, B. Fieldhouse, R. Nelson, M. Goldthorp, M. Punt, S. Whiticar, P.R. Campagna, D. Mickunas, R.D. Turpin, R. Nadeau, S. Schuetz, M. Morganti et R.A. Hiltabrand, « Particulate and Carbon Dioxide Emissions from Diesel Fires: The Mobile 1997 Experiments », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 569-598, 1998.

Fuentes, J.D., L. Gu et D. Wang, « Inferring the Source Strength of Biogenic Hydrocarbons from Ambient Concentrations », 24th Conference of Forest Meteorology Society, Albuquerque, NM, novembre 1998.

Goldthorp, M.D. et P.G. Lambert, « A Closer Look at the Use of a Portable Infra-Red Analyzer for Low Level Hydrocarbon Emissions », *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 23-40, 1999.

Goldthorp, M.D., P.G. Lambert, M.F. Fingas, F. Ackerman, S. Schuetz, R. Turpin et P. Campagna, « Duplicating Conditions for Field Testing of Carbon Dioxide: A Modeller's Dream Becomes a Technician's Nightmare », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 13-22, 1999.

Goldthorp, M.D., P.G. Lambert et M.F. Fingas, « Use of a Portable Infra-Red Analyzer for Low-Level Hydrocarbon Emissions », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 97-113, 1998.

Johannessen, B.O., H. Jensen, T. Lorenzo et L. Solsberg, « Status of the Program for Mechanical Oil Recovery in Ice Infested Waters (MORICE) Phase 2 — Laboratory Evaluations », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 375-385, 1998.

Jokuty, P., S. Whiticar, B. Fieldhouse, Z. Wang, P. Lambert et M. Fingas, « A Review of Methods Used in the Preparation and Analysis of Orimulsion Related Samples », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 151-172, 1999.

Jokuty, P., B. Fieldhouse, M.F. Fingas, S. Whiticar et J. Latour, « Characterizing the Dynamics of Orimulsion Spills in Salt, Fresh and Brackish Waters », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 33-49, 1998.

Jokuty, P., B. Fieldhouse, M.F. Fingas, S. Whiticar et J. Latour, « Bitumen Adhesion as a Function of Time », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 27-32, 1998.

Ketcheson, K. et M.F. Fingas, « Inconsistencies with Clean-up Criteria », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 169-179, 1998.

Lambert, P., B. Fieldhouse, M. Fingas et M. Goldthorp, « Monitoring Oil Concentration in the Field », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, p. 1171-1173, 1999.

Lambert, P., M.F. Fingas et M. Goldthorp, « A Critical Review of Field Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) Analysis, Part III », dans *Proceedings of the Twenty Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 43-56, 1999.

Lambert, P., P. Jokuty, K. Ketcheson et M.F. Fingas, , « A Summary of the Environmental Impact of Contaminants Commonly found at Historic Sites », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 195-207, 1998.

Lambert, P., F. Ackerman, M. Fingas, M. Goldthorp, B. Fieldhouse, R. Nelson, M. Punt, S. Whiticar, S. Schuetz, A. Dubois, M. Morganti, K. Robbin, R. Magan, R. Pierson,

R.D. Turpin, P.R. Campagna, D. Mickunas, R. Nadeau et R.A. Hiltabrand, « Instrumentation and Techniques for Monitoring the Air Emissions during In-Situ Oil/Fuel Burning Operations », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 529-567, 1998.

Lawuyi, R. et M.F. Fingas, « Sources, Pathways and Environmental Fate of Organochlorine Compounds in the Arctic », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 109-137, 1999.

Lawuyi, R. et M.F. Fingas, « Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride and Vinyl Chloride (PVC/VC) », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 51-73, 1998.

Li, K. et M.F. Fingas, « Coupled Supercritical Fluid Extractor-Gas Chromatography/Mass Spectrometry for Quick Extraction of Organic Analytes from Solids », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 57-67, 1999.

Li, K., M. Goldthorp, S. Whiticar, P. Lambert et M. Fingas, « Solvent Vapour Monitoring in Work Space by Solid Phase Micro Extraction », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 1-12, 1999.

Li, K., M. Landriault, M.F. Fingas et M. Llompart, « Accelerated Solvent Extraction (ASE) of Environmental Organic Compound in Soils Using a Supercritical Fluid Extractor », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 115-128, 1998.

Li, K., M. Landriault, M.F. Fingas et A. Potvin, « On Site PCB Analysis in Support of a Transformer Rebuilding Project », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 129-145, 1998.

Llompart, M., M.F. Fingas et K. Li, « Determination of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Water Samples by Headspace Solid Phase Microextraction (HSSPME) Under Non-Equilibrium Conditions », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 83-95, 1998.

Mauseth, G., G. Erickson, G. Sergy et S. Blenkinsopp, « Optimizing Hydraulic Cleaning Techniques for Oiled Coarse Sediment Beaches: Meso-Scale Field Trials », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, p. 1199-1202, 1999.

Mortazavi, S. et D. Cooper « Application of Activated Alumina for the Removal of Selenium from Water », dans *Proceedings of the Fifteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 151-168, 1998.

Nawaby, A.V., P. Kruus et E. Dabek-Zlotorzynska, « Determination of Anionic Surfactant Turkey Red Oil by Capillary Electrophoresis with Direct UV Detection », *Proceedings of the 2nd International Biennial Conference on Chemical Measurement and Monitoring of the Environment, EnviroAnalysis '98*, p. 305-310, 1998.

Owens, E.H., G.A. Sergy, L. Guzmán, Z. Wang et J. Baker, « Long-term Salt Marsh Recovery and Pavement Persistence at Metula Spill Sites », dans *Proceedings of the Twenty Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 847-863, 1999.

Owens, E.H., A.M. Sienkiewicz et G.A. Sergy, « Evaluation of Cleaning Versus Natural Recovery: The "Metula" Spill and the KOMI Operations », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, p. 503-509, 1999.

Paré, J.R.J., J.M.R. Bélanger, C. Chiu, R. Turle, B. Lesnik, R.D. Turpin et R. Singhvi, « Final Evaluation of Method 3546: A Microwave-Assisted Process (MAP™) Method for the Extraction of Contaminants under Closed-vessel Conditions », *Proceedings of the 14th Annual Waste Testing and Quality Assurance Symposium (WTQA)*, Arlington, VA, p. 11-17, 1998.

Prince, R.C., R.E. Bare, R.M. Garrett, M.J. Grossman, C.E. Haith, L.G. Keim, K. Lee, G.J. Holtom, P. Lambert, G.A. Sergy, E.H. Owens et C.C. Guénette, « Bioremediation of a Marine Oil Spill in the Arctic », dans *Proceedings of the Fifth International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium: Natural Attenuation of Chlorinated Solvents, Petroleum Hydrocarbons and Other Organic Compounds*, Battelle Press, Columbus, OH, p. 227-232, 1999.

Sergy, G., C. Guenette, E. Owens, R. Prince et K. Lee, « Treatment of Oiled Sediment Shorelines by Sediment Relocation », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, p. 549-554, 1999.

Sergy, G.A., C.C. Guenette, E.H. Owens, R.C. Prince et K. Lee, « The Svalbard Shoreline Oilspill Field Trials », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, vol. 2, p. 873-889, 1998.

Turle, R. « The Analytical Methods Technical Advisory Group (AMTAG) for the CWS for Petroleum Hydrocarbons in Soil », *Proceedings of the 2nd International Biennial Conference on Chemical Measurement and Monitoring of the Environment, EnviroAnalysis '98*, p. 317-319, 1998.

Van den Hoop, M.A.G.T. et E. Dabek-Zlotorzynska, « Analysis of Inorganic Species in Environmental Samples by Capillary Zone Electrophoresis », *Proceedings of the 2nd International Biennial Conference on Chemical Measurement and Monitoring of the Environment, EnviroAnalysis '98*, p. 291-296, 1998.

Velicogna, D. et H. Whittaker, « The Evaluation of the Steam and Iron Assisted Leaching (SIAL) Process », dans *Proceedings of the Sixteenth Technical Seminar on Chemical Spills*, Environnement Canada, Ottawa, p. 103-107, 1999.

Wang, Z. et M.F. Fingas, « Identification of the Source(s) of Unknown Spilled Oils: Review », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 69-106, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault, L. Sigouin, B. Castle et D. Hostetter, « The Development in Fingerprinting Analysis of Petroleum Hydrocarbons », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, p. 1211-1214, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault et L. Sigouin, « Source Identification of an Unknown Spilled Oil from Quebec (1998) by Hydrocarbon Distribution Pattern Recognition and Diagnostic Ratios of 'Source-Specific Marker' Compounds », dans *Preprints Symposium on Worldwide Perspectives on the Manufacture, Characterization and Application of Lubricant Base Oils: IV*, American Chemical Society, Washington, p. 369-374, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault, L. Sigouin, S. Grenon et D. Zhang, « Source Identification and Tracking of an Unknown Spilled Oil from Quebec (1998) by Unique Biomarkers and Diagnostic Ratios of « Source-Specific Marker » Compounds », dans *Proceedings of the Twenty-Second Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 107-128, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, M. Landriault, L. Sigouin, P. Lambert, R. Turpin, P. Campagna et J. Mullin, « PAH Distribution in the 1994 and 1997 Mobile Burn Products and Determination of the Diesel PAH Destruction Efficiencies », dans *Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, p. 1287-1292, 1999.

Wang, Z., M.F. Fingas, L. Sigouin, M. Landriault et P. Lambert, « Distribution of PAHs in Burn Residue and Soot Samples and Differentiation of Pyrogenic PAHs from Petrogenic PAHs - the 1994 and 1997 Mobile Burn Study », dans *Proceedings of the Symposium on Chemistry of Diesel Fuels*, American Chemical Society, Washington, p. 607-610, 1998.

Wang, Z., M.F. Fingas, L. Sigouin, M. Landriault, K. Li, P. Lambert, R. Turpin, P. Campagna et J. Mullin, « Quantitative Characterization of PAH in Burn Residue and Soot Samples and Differentiation of Pyrogenic and Petrogenic PAHs from PAHs - The 1994 Mobile Burn Study », dans *Proceedings of the Twenty-First Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*, Environnement Canada, Ottawa, p. 673-703, 1998.

ANNEXE F. — Présentations scientifiques

Chiu, C., W. Miles, A. Moudrakovskaia et G. Poole, « Determination of Nitro-PAH in Ambient Air », présentée au *Western Canada Trace Organics Workshop* à Calgary, avril 1999.

Chiu, C., W. Miles, A. Moudrakovskaia et G. Poole, « Determination of Nitro-PAH in Ambient Air », *FACSS Meeting*, Austin, TX, avril 1998.

Chiu, C., S. Wise, G. Poole et R. Turle, « An Interlaboratory Study for the Development of Reference Dioxin Values », *Dioxin'98*, (affiche), Stockholm, août 1998.

Chiu, C., G. Poole et M. Tardif, « Development of a PCB Reference Method », *International Symposium of Worldwide Chinese Scholars on Analytical Chemistry*, Hong Kong, décembre 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis — A Powerful Technique for Atmospheric Aerosol Analysis and Research? », sur invitation, à un séminaire du Service météorologique du Canada (SMC), Downsview (Ont.), mars 2000.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis — A Powerful Technique in Environmental Field? », conférence donnée sur invitation de l'Université de Varsovie, février 2000.

Dabek-Zlotorzynska, E, « Capillary Electrophoresis — A Powerful Technique for Atmospheric Aerosol Analysis and Research? », sur invitation, à un séminaire du RVIM, Bilthoven (Pays-Bas), février 2000.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis and Related Techniques », *Advanced Topics in Analytical Chemistry I - Chemistry 65.431*, conférences données sur invitation à l'Université Carleton, Ottawa, mars 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis and Related Techniques — Novel Analytical Methods », conférence donnée sur invitation au Centre d'essais techniques sur la qualité, Hull, mars 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis and Related Techniques. Perspectives in Environmental Analysis », conférence donnée sur invitation au *81st CSCC*, Whistler, du 30 mai au 4 juin 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E., « Capillary Electrophoresis and Related Techniques. Perspectives in Environmental Analysis », conférence donnée sur invitation au *The Varian Day*, université Carleton, Ottawa, avril 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E., M. Piechowski, M. McGrath, and E.P.C. Lai, « Determination of Low-Molecular-Weight Carboxylic Acids in Atmospheric Aerosol and Vehicle Emission Samples: Strategies to Obtain Maximum Precision and a Comparison to Ion Chromatogtraphy », séance d'affichage au HPCE, Saabrucken (Allemagne), février 2000

Dabek-Zlotorzynska, E., A.R. Timerbaev et M. van den Hoop, « Inorganic Environmental Analysis by Capillary Electrophoresis », *IICS'99*, San Jose, CA, septembre 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E. et M. Piechowski, « Determination of Organic Acids in Automobile Exhaust and Atmospheric Aerosol Samples: Comparison of Ion Chromatography and Capillary Electrophoresis », *IICS'99*, San Jose, CA, septembre 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E. et E.P.C. Lai, « Separation of Carbonyl 2,4-Dinitrophenylhydrazones by Capillary Electrochromatography », HPCE '99, (affiche) Palm Springs, CA, janvier 1999.

Dabek-Zlotorzynska, E. et E.P.C. Lai, « Separation of Carbonyl Compounds as 2,4-Dinitrophenylhydrazones by Capillary Electrochromatography », *EnviroAnalysis '98*, Ottawa, mai 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E. et E.P.C. Lai, « Capillary Electrochromatography of 2,4-Dinitrophenylhydrazones Carbonyl Derivatives », *IICS '98*, Osaka (Japon) ; séminaire du CTE, septembre-octobre 1998.

Dabek-Zlotorzynska, E. et W. Maruszak, « Analysis of Dimethylamine and Other Low-Molecular-Mass Amines by Capillary Electrophoresis with Laser-Induced Fluorescence Detection », affiche présentée au *EnviroAnalysis '98*, Ottawa, mai 1998.

Dann, T. et J. Brook, « PM_{10} and $PM_{2,5}$ Monitoring in Canada », *Souris Basin Air Quality and Health Symposium Program*, Saskatoon, janvier 1999.

Dann, T., C. Chiu, M. Tardif et G. Poole, « Ambient Air Measurements of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins, Polychlorinated Dibenzofurans and Other Semi-Volatile Organics at Urban and Rural Sites in Ontario (1994-1997) », *IAGLR Annual Conference*, Hamilton, mai 1998.

Lai E.P.C., S. Owega et E. Dabek-Zlotorzynska, « Capillary Electrochromatography with Amperometric and Time-of-Flight Mass Spectrometric Detection », conférence donnée sur invitation au FACSS, Vancouver, octobre 1999.

Lai, E.P.C., S. Owega et E. Dabek-Zlotorzynska, « Capillary Electrochromatography of Phospholipids with Photodiode Array and Laser Desorption Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry Detection », affiche présentée au *81st CSCC*, Whistler, du 30 mai au 4 juin 1998.

MacDonald A.M., A. Wiebe, S. Li, M. Li, H. Dryfhout-Clark, Lu Asalian, Schiller, J.Harris, D. Wang D. Summer et P. Shepson, « Results of a Formaldehyde Intercomparison Study in Ontario », réunion annuelle de l'AGU, San Francisco, 1998.

Nawaby, A.V., P. Kruus et E. Dabek-Zlotorzynska, « Determination of Anionic Surfactant Turkey Red Oil by Capillary Electrophoresis with Direct UV Detection », affiche présentée au *EnviroAnalysis '98*, Ottawa, mai 1998 ; *IICS '98*, Osaka (Japon), septembre 1998.

Paré, J.R.J., « Equipment Design Considerations in Manufacturing Microwave-Assisted Headspace Samplers », Shimadzu Corp., Kyoto, novembre 1999.

Paré, J.R.J., J.M.R. Bélanger, D.E. Thornton et E. Norrena, « MAP™: Environment Canada's Contribution to Green Chemistry », *3rd Annual Green Chemistry & Engineering Conference*, Washington, juin 1999.

Paré, J.R.J., E. Norrena, D.E. Thornton, J.M.R. Bélanger et M.M. Punt, « MAP™: Environment Canada's Contribution to 'Green Processing' Technology », *Cleaner Production and Energy Efficiency Workshop*, Beijing, avril 1999.

Paré, J.R.J., « MAP™: Uses Within Revenue Canada », Direction du laboratoire et des services scientifiques, Revenu Canada, Ottawa, avril 1999.

Paré, J.R.J., « Microwave-Assisted Sample Preparation from a Commercial Laboratory Point of View », présentation confidentielle dans un laboratoire privé, Vancouver, mars 1999.

Paré, J.R.J. et J.M.R. Bélanger, « Industrial Applications of the Microwave-Assisted Processes (MAP™) Technologies », présentation confidentielle pour une firme privée, Vancouver, février 1999.

Paré, J.R.J. et J.M.R. Bélanger, « MAP™: Uses Within Environment Canada », Centre des sciences de l'environnement du Pacifique, Vancouver, février 1999.

Paré, J.R.J., « Solventless Extraction Using an Environment Canada's Patented Technology », Kyoto, décembre 1998.

Paré, J.R.J., « The Use of Microwaves to Enhance Chemical Processes, Microwave Plasma Research Laboratory », Institut de la haute énergie, université chinoise des sciences et de la technologie en électronique, novembre 1998.

Paré, J.R.J., « Implementation of a Microwave-Assisted Processes Program in China: An Update », Institut de chimie organo-élémentaire, université Nankai, Tianjin (Chine), novembre 1998.

Paré, J.R.J., « Les micro-ondes dans le laboratoire ; nouvelles perspectives », département de chimie, université de Moncton, novembre 1998.

Paré, J.R.J., « L'utilisation des micro-ondes en chimie analytique ; application à la détermination de composés volatils », *université* de Bordeaux (France), octobre 1998.

Paré, J.R.J., E. Norrena, D.E. Thornton, J.M.R. Bélanger et M. M. Punt, « MAP™: Environment Canada's Contribution to 'Green Processing' Technology », *Roadmapping Workshop on Electrotechnology and Alternative Reaction Mechanisms*, Green Chemistry Institute, Houston, TX, octobre 1998.

Paré, J.R.J., « Nuevas Perspectivas en el Uso de Microondas en el Laboratorio », Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela, Caracas, octobre 1998.

Paré, J.R.J., « Procesos Asistidos por Microondas (MAP™): Su Utilización en el Tratamiento y Procesamiento de Muestras », cours complet pour étudiants diplômés, Universidad Central de Venezuela, Caracas, octobre 1998.

Paré, J.R.J., « MAP™: Environment Canada's Contribution to 'Green Processing' Technology », Environnement Canada, Ottawa, septembre 1998.

Paré, J.R.J., J.M.R. Bélanger, V. Yaylayan et G. Matni, « Total Fats Microwave Extraction Technique », *112th AOAC International Annual Meeting & Exposition*, Montréal, septembre 1998.

Paré, J.R.J., N. Hong, V. Yaylayan et G.S.V. Raghavan, « Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols and other Antioxidants from Grape Seed and Skin », *112th AOAC International Annual Meeting & Exposition*, Montréal, septembre 1998.

Paré, J.R.J., J.M.R. Bélanger et M. J. Alfaro, « Microwave-Assisted Sample Extraction Techniques: An Overview », *112th AOAC International Annual Meeting & Exposition*, Montréal, septembre 1998.

Paré, J.R.J., J.M.R. Bélanger, B. Lesnik, R. Turpin, R. Singhvi, C. Chiu et R. Turle, « Final Evaluation of MAP Method (Method 3546) », *14th Annual Waste Testing and Quality Assurance Symposium*, Arlington, VA, juillet 1998.

Paré, J.R.J., « The Use of Microwaves in Industrial Processing », *Workshop for the Industrial Sector Organised by the National Research Council of Canada*, Programme d'aide à la recherche industrielle, Vancouver, juin 1998.

Paré, J.R.J., « Microwave-Assisted Synthesis », Institut de chimie organo-élémentaire, université Nankai, Tianjin (Chine), mai 1998.

Paré, J.R.J., « Commercialisation of Intellectual Property: MAP™ A Case Study », *Environment Canada Workshop on Commercialisation of Intellectual Property from Government Research and Development*, Ottawa, mars 1998. (Enregistré par la suite sous forme de vidéo destiné au programme de formation sur les questions de propriété intellectuelle d'Environnement Canada.)

Paré, J.R.J., « Extracción asistida por micro-ondas ; I) Conceptos fundamentales, ; II) Aplicación a los productos naturales ; III) Aplicación a la síntesis orgánica », Centro de Productos Naturales, La Havane, mars 1998.

Turle, R., « The Canadian National Air Pollution Surveillance Network », conférencier invité au RVIM, Bilthoven (Pays-Bas), février 2000.

Turle, R., « The Canadian National Air Pollution Surveillance Network », conférencier invité, Environmental Protection Authority, Sydney et Environment Australia, Canberra, 1999.

Turle, R. et T. Dann, « The Canadian National Air Pollution Surveillance Network », *Australian International Symposium on Analytical Science*, Melbourne.

Van den Hoop, M.A.G.T. et E. Dabek-Zlotorzynska, « Analysis of Inorganic Species in Environmental Samples by Capillary Zone Electrophoresis », *EnviroAnalysis '98*, Ottawa, mai 1998.

Wang, D., R. Halman et T. Dann, « Evaluation of the Performance of Method TO-15 in the Measurement of Polar VOCs in Canisters », *3rd International Symposium of Worldwide Chinese Scholars on Analytical Chemistry*, Hong Kong, décembre 1998.

Annexe G. — Membres du personnel du CTE

NOM	DIVISION	TÉLÉPHONE	TÉLÉCOPIEUR	COURRIEL
ACKERMAN,Francine	DSU	(613) 990-9243	(613) 991-9485	ackerman.francine@etc.ec.gc.ca
BALGAVA, Viera	DAQA	(613) 990-6889	(613) 990-8568	balgava.viera@etc.ec.gc.ca
BARTON, Peter	DRME	(613) 990-3723	(613) 952-1006	barton.peter@etc.ec.gc.ca
BÉLAND, Michel	TSEI	(613) 990-7266	(613) 990-8861	beland.michel@etc.ec.gc.ca
BÉLANGER, Jacqueline	PAM	(613) 990-9239	(613) 990-2855	belanger.jacqueline@etc.ec.gc.ca
BERNARD, Joyce	TSEI	(613) 990-7175	(613) 990-8861	bernard.joyce@etc.ec.gc.ca
BLENKINSOPP, Sandra	PN	(780) 951-8705	(780) 495-2615	sandra.blenkinsopp@ec.gc.ca
BLOOM, Randy	TSEI	(613) 990-3236	(613) 990-8861	bloom.randy@etc.ec.gc.ca
BOOTH, Robert	DAQA	(613) 990-6727	(613) 990-8568	booth.robert@etc.ec.gc.ca
BREALEY, George	DRME	(613) 998-9590 poste 232	(613) 952-1006	brealey.george@etc.ec.gc.ca
BROWN, Carl	DSU	(613) 991-1118	(613) 991-9485	brown.carl@etc.ec.gc.ca
BRUNET, Paul	DAQA	(613) 991-9460	(613) 990-8568	brunet.paul@etc.ec.gc.ca
BRYANT, Gale	DAQA	(613) 991-1448	(613) 990-8568	bryant.gale@etc.ec.gc.ca
BULLEN, Bob	BD	(613) 991-9653	(613) 998-1365	bullen.bob@etc.ec.gc.ca
BUMBACO, Mike	DPS	(613) 991-2387	(613) 998-0004	bumbaco.mike@etc.ec.gc.ca
CHARLES, Jennifer	DSU	(613) 990-3220	(613) 991-9485	charles.jennifer@etc.ec.gc.ca
CHIU, Chung	DAQA	(613) 990-8560	(613) 990-8568	chiu.chung@etc.ec.gc.ca
CIANCIARELLI, Dominic	DRME	(613) 991-9457	(613) 952-1006	cianciarelli.dominic@etc.ec.gc.ca
CORKE, Doug	DRME	(613) 998-9590 poste 306	(613) 952-1006	corke.doug@etc.ec.gc.ca
CRAIG, Angus	DRME	(613) 998-9590 poste 224	(613) 952-1006	craig.angus@etc.ec.gc.ca
DABEK, Ewa	DAQA	(613) 990-3201	(613) 990-8568	dabek.eva@etc.ec.gc.ca
DANN, Tom	DAQA	(613) 991-9459	(613) 990-8568	dann.tom@etc.ec.gc.ca
DEWAR, Brad	SBI	(613) 998-0839	(613) 998-1062	dewar.brad@etc.ec.gc.ca
FEARN, Jim	DRME	(613) 998-9590 poste 227	(613) 952-1006	fearn.jim@etc.ec.gc.ca
FIELDHOUSE, Benjamin	DSU	(613) 991-1122	(613) 991-9485	fieldhouse.ben@etc.ec.gc.ca

FINGAS, Merv	DSU	(613) 998-9622	(613) 991-9485	fingas.merv@etc.ec.gc.ca
GAMBLE, Lloyd	DSU	(613) 991-1121	(613) 991-9485	gamble.lloyd@etc.ec.gc.ca
GOLDTHORP, Sandra	DAQA	(613) 991-1444	(613) 990-8568	goldthorp.sandra@etc.ec.gc.ca
GRAHAM, Lisa	DRME	(613) 990-1270	(613) 952-1006	graham.lisa@etc.ec.gc.ca
GRAY, Dorothy	DAQA	(613) 998-3671	(613) 990-8568	gray.dorothy@etc.ec.gc.ca
GREER, Allen	DRME	(613) 991-9467	(613) 952-1006	greer.allen@etc.ec.gc.ca
GRIBBON, Debi	DSU	(613) 990-8758	(613) 991-9485	gribbon.debi@etc.ec.gc.ca
HALMAN, Ron	DAQA	(613) 991-6218	(613) 990-8568	halman.ron@etc.ec.gc.ca
HENDREN, Fred	DRME	(613) 990-5859	(613) 952-1006	hendren.fred@etc.ec.gc.ca
HENRY, Ina	DSU	(613) 990-3221	(613) 991-9485	henry.ina@etc.ec.gc.ca
HODGSON, Ross	DAQA	(613) 991-1443	(613) 990-8568	hodgson.ross@etc.ec.gc.ca
HOULE, Nicole	DAQA	(613) 991-5495	(613) 990-8568	houle.nicole@etc.ec.gc.ca
HOWES, Peter	DRME	(613) 998-9590 poste 223	(613) 952-1006	howes.peter@etc.ec.gc.ca
HOWES, Trish	BD	(613) 998-8918	(613) 998-0004	howes.trish@etc.ec.gc.ca
JOANETTE, Pierre	TSEI	(613) 991-2970	(613) 990-8861	joanette.pierre@etc.ec.gc.ca
JOKUTY, Paula	DSU	(613) 991-1108	(613) 991-9485	jokuty.paula@etc.ec.gc.ca
KEMP, Robert	BPS	(613) 998-1053	(613) 998-1062	kemp.robert@etc.ec.gc.ca
KETCHESON, Kerry	DSU	(613) 991-4571	(613) 991-9485	ketcheson.kerry@etc.ec.gc.ca
LACHANCE, Edgar	BD	(613) 991-9714	(613) 998-1365	lachance.edgar@etc.ec.gc.ca
LAMBERT, Patrick	DSU	(613) 991-1110	(613) 991-9485	lambert.patrick@etc.ec.gc.ca
LANOY, Monique	DAQA	(613) 990-7639	(613) 990-8568	lanoy.monique@etc.ec.gc.ca
LAROCHE, Nanci	DSU	(613) 991-1114	(613) 991-9485	laroche.nanci@etc.ec.gc.ca
LAWUYI, Richard	DSU	(613) 991-4565	(613) 991-9485	lawuyi,richard@etc.ec.gc.ca
LEFEBVRE, Jacques	BPS	(613) 998-1053	(613) 998-1062	lefebvre.jacques@etc.ec.gc.ca
LI, Ken	DSU	(613) 990-3219	(613) 991-9485	li.ken@etc.ec.gc.ca
LISTER, Mike	DAQA	(613) 991-4228	(613) 990-8568	lister.mike@etc.ec.gc.ca
MacDONALD, Ross	TSEI	(613) 990-3237	(613) 990-8861	macdonald.ross@etc.ec.gc.ca
MacGREGOR, Don	DPS	(613) 990-9540	(613) 998-0004	macgregor.don@etc.ec.gc.ca
MacILROY, Jeff	BPS	(613) 991-1754	(613) 998-1062	macilroy.jeff@etc.ec.gc.ca
MacINTOSH, Keith	TSEI	(613) 998-0837	(613) 990-8861	macintosh.keith@etc.ec.gc.ca
MANN, Jeremy	DRME	(613) 991-9468	(613) 952-1006	mann.jeremy@etc.ec.gc.ca
MANSFIELD, Brian	BTGU	(613) 991-1843	(613) 998-1365	mansfield.brian@etc.ec.gc.ca

MAR, Jim	DAQA	(613) 991-1442	(613) 990-8568	mar.jim@etc.ec.gc.ca
MAROIS, Richard	DSU	(613) 991-1043	(613) 991-9485	marois.richard@etc.ec.gc.ca
MATHIEU, David	DAQA	(613) 991-5494	(613) 990-8568	mathieu.david@etc.ec.gc.ca
McGONEGAL, Willie	DRME	(613) 998-9590 poste 226	(613) 952-1006	mcgonegal.will@etc.ec.gc.ca
MEADOWS, Al	DRME	(613) 991-9455	(613) 952-1006	meadows.al@etc.ec.gc.ca
MILES, Walter	DAQA	(613) 990-8562	(613) 990-8568	miles.walter@etc.ec.gc.ca
MOODIE, Ron	DRME	(613) 998-9590 poste 307	(613) 952-1006	moodie.ron@etc.ec.gc.ca
MULDOON, Pat	TSEI	(613) 998-9218	(613) 990-8861	muldoon.pat@etc.ec.gc.ca
OLSON, Rebekah	TSEI	(613) 990-6035	(613) 990-8861	olson.rebekah@etc.ec.gc.ca
PACAUD, George	DPS	(613) 990-9631	(613) 998-0004	pacaud.george@etc.ec.gc.ca
PARÉ, Jocelyn	PAM	(613) 990-9122	(613) 990-2855	pare.jocelyn@etc.ec.gc.ca
PAYNE, Francine	BD	(613) 991-5633	(613) 998-1365	payne.francine@etc.ec.gc.ca
PIECHOWSKI, Maria	DAQA	(613) 990-9127	(613) 990-8568	piechowski.maria@etc.ec.gc.ca
POOLE, Gary	DAQA	(613) 990-8564	(613) 990-8568	poole.gary@etc.ec.gc.ca
RIGDEN, Ian	DRME	(613) 991-9464	(613) 952-1006	rigden.ian@etc.ec.gc.ca
ROSTKOWSKI, Jacek	DRME	(613) 991-4871	(613) 952-1006	rostkowski.jacek@etc.ec.gc.ca
ROY, David	DSU	(613) 990-3222	(613) 991-9485	roy.david@etc.ec.gc.ca
SCROGGINS, Rick	DPS	(613) 990-8569	(613) 990-0173	scroggins.rick@etc.ec.gc.ca
SERGY, Gary	P&N	(780) 951-8855	(780) 495-2615	gary.sergy@ec.gc.ca
SHELTON, John	DAQA	(613) 991-9453	(613) 990-8568	shelton.john@etc.ec.gc.ca
SHERIDAN, Blair	DAQA	(613) 991-1445	(613) 990-8568	sheridan.blair@etc.ec.gc.ca
SOULIGNY, Michel	DRME	(613) 998-9590 poste 233	(613) 952-1006	souligny.michel@etc.ec.gc.ca
STEWART, Colin	TSEI	(613) 991-6774	(613) 990-8861	stewart.colin@etc.ec.gc.ca
TARDIF, Mylaine	DAQA	(613) 990-8565	(613) 990-8568	tardif.mylaine@etc.ec.gc.ca
THIBERT, Benoît	DAQA	(613) 990-6148	(613) 990-8568	thibert.benoit@etc.ec.gc.ca
THORNTON, Dave	BD	(613) 991-9550	(613) 998-1365	thornton.david@etc.ec.gc.ca
TIGHE, Mike	TSEI	(613) 952-2333	(613) 990-8861	tighe.mike@etc.ec.gc.ca
TOBIN, Dorothy	BD	(613) 998-1099	(613) 998-0004	tobin.dorothy@etc.ec.gc.ca
TREMBLAY, Claude	DAQA	(613) 991-1998	(613) 990-8568	tremblay.claude@etc.ec.gc.ca
TURLE, Richard	DAQA	(613) 990-8559	(613) 990-8568	turle.richard@etc.ec.gc.ca

WANG, Daniel	DAQA	(613) 991-9466	(613) 990-8568	wang.daniel@etc.ec.gc.ca
WANG, Zhendi	DSU	(613) 990-1597	(613) 991-9485	wang.zhendi@etc.ec.gc.ca
WHITE, Luc	DRME	(613) 991-9461	(613) 952-1006	white.luc@etc.ec.gc.ca
WILLIAMS, Brian	DRME	(613) 991-9458	(613) 952-1006	williams.brian@etc.ec.gc.ca
YEATMAN, Rick	DAQA	(613) 991-9454	(613) 990-8568	yeatman.rick@etc.ec.gc.ca

Annexe H. — Abréviations (françaises et anglaises)

FRANÇAIS		ANGLAIS	
AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada	Agriculture and Agri-food Canada	AAFC
ACDI	Agence canadienne de développement international	Canadian International Development Agency	CIDA
ACLAE	Association canadienne des laboratoires d'analyse environnementale	Canadian Association of Environmental Analytical Laboratories	CAEAL
ACRSE	Académie chinoise de recherche en sciences de l'environnement	Académie chinoise de recherche en sciences de l'environnement	ACRSE
AMOP	Programme des déversements accidentels de pétrole dans l'océan Arctique	Arctic and Marine Oil Spill Program	AMOP
AMQ	Assurance et maîtrise de la qualité	Quality Assurance/Quality Control	QA/QC
AOAC	Association of Official Analytical Chemists	Association of Official Analytical Chemists	AOAC
ACPP	Association canadienne des producteurs pétroliers	Canadian Association of Petroleum Producers	CAPP
APN	Aromatique polycyclique nitré	Nitro-polycyclic Aromatic	NPA
AQ	Assurance-qualité (ou assurance de la qualité)	Quality Assurance	QA
ASTM	American Society for Testing and Materials	American Society for Testing and Materials	ASTM
BNPP	Bureau national de la prévention de la pollution	National Office of Pollution Prevention	NOPP
BOREAS	Étude de l'atmosphère et des écosystèmes boréaux	Boreal Ecosystem-Atmospheric Study	BOREAS
BPC	Biphényle polychloré	Polychlorinated Biphenyls	PCB
BPL	Bonnes pratiques de laboratoire	Good Laboratory Practices	GLP
BTGU	Bureau des technologies du génie des urgences	Emergencies Engineering Technologies Office	EETO
CANMET	Centre canadien de la technologie des minéraus et de l'énergie	The CANMET Energy Technology Centre	CANMET

CARB	California Air Resources Board	California Air Resources Board	CARB
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement	Canadian Council of Ministers of the Environment	CCME
CCN	Conseil canadien des normes	Standards Council of Canada	SCC
CFC	Chlorofluoroalcane (ou chlorofluorocarbure)	Chlorofluoroalcane	CFC
CLHP	Chromatographie en phase liquide à haute pression	High Pressure Liquid Chromatography	HPLC
CNRC	Conseil national de recherches du Canada	National Research Council	NRC
CO	Monoxyde de carbone	Carbon Monixide	CO
COV	Composé organique volatil	Volatile Organic Compound	VOC
CRA	Centre des recherches atmosphériques	Centre for Atmospheric Research Experiments	CARE
CTE	Centre de technologie environnementale	Environmental Technology Centre	ETC
DAQA	Division de l'analyse et de la qualité de l'air (du CTE)	Analysis and Air Quality Division (Environmental Technology Centre)	AAQD
DGATE	Direction générale de l'avancement des technologies environnementales	Environmental Technology Advancement Directorate	ETAD
DGPPT	Direction générale de la prévention de la pollution par les toxiques	Toxic Pollution Prevention Directorate	TPPD
DGU	Division du génie des urgences (du CTE, maintenant SAIC Canada)	Emergencies Engineering Division (of ETC, now SAIC Canada)	EED
DME	Diméthyléther	Di-Methyl Ether	DME
DMSO	Diméthylsulfoxyde	Dimethyl Sulphoxide	DMSO
DN	(ministère de la) Défense nationale	National Defence Department	ND
DPAM	Division des procédés assistés par micro-ondes	Microwave Assisted Process Division	MAP Division
DPGE	Direction du pétrole, du gaz et de l'énergie	Oil, Gas and Energy Branch (Environment Canada)	OGEB

DPS	Division des programmes spéciaux (du CTE)	Special Projects Division (of ETC)	SPD
DRME	Division de la recherche et mesure des émissions (du CTE)	Emissions Research and Measurement Division (of ETC)	ERMD
DST	Direction des systèmes de transport	Transportation Systems Branch	TSB
DSU	Division de la science des urgences (du CTE)	Emergencies Science Division (of ETC)	ESD
ECO	Entente Canada-Ontario	Canada-Ontario Agreement	COA
FACC	Fonds d'action contre le changement climatique	Climate Change Action Fund	CCAF
GRDE	Groupe interministériel de recherche et d'exploitation énergétiques	Panel on Energy R&D	PERD
GTAD	Groupe de travail sur l'analyse des données	Data Analysis Working Group	DAWG
HCB	Hexachlorobenzène	Hexachlorobenzene	HCB
HCFC	Hydrochlorofluoroalcane (ou Hydrochlorofluorocarbure)	Hydrochlorofluoroalcane	HCFC
HCT	Hydrocarbures totaux	Total Hydrocarbons	THC
ICP	Instituto Columbiano de Petroleo	Instituto Columbiano de Petroleo	ICP
INRP	Inventaire national des rejets de polluants	National Pollutant Release Inventory	NPRI
ISO	Organisation internationale de normalisation	International Organization for Standardization	ISO
LCPE	*Loi canadienne sur la protection de l'environnement*	*Canadian Environmental Protection Act*	*CEPA*
LSVA	*Loi sur la sécurité des véhicles automobiles*	Motor Vehicle Safety Act	MVSA
MAP^{MC}	Procédés assistés par les micro-ondes	Microwave Assisted Process	MAP^{TM}
MENVIQ	ministère de l'Environnement du Québec	Quebec Ministry of the Environment	MENVIQ
MEPS	Micro-extraction en phase solide	Solid Phase Micro-Extraction	SPME
MP	Matières particulaires, particules	Particulate Matter	PM

NESCAUM	Organisation États du Nord-Est pour une gestion coordonnée de l'utilisation de l'air	Northeast States for Coordinated Air Use Management	NESCAUM
NIST	U.S. National Institute for Science & Technology	U.S. National Institute for Science & Technology	NIST
NO_x	Oxydes d'azote	Oxides of Nitrogen	NO_x
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques	Organization for Economic Co-operation and Development	OECD
OCS	Octachlorostyrène	Octachlorostyrene	OCS
ONGC	Office des normes générales du Canada	Canadian General Standards Board	CGSB
PAC	Programme des archives climatiques	Climate Archive Program	CAP
PARI	Programme d'aide à la recherche industrielle	Industrial Research Assistance Program	IRAP
PCDD	Polychlorodibenzodioxine	Polychlorinated Dibenzo Dioxins/Polychlorinated Dibenzofurans	PCDD/PCDF
PCDF	Polychlorodibenzofuranne		
PCP	Pentachlorophénol	Pentachlorophenol	PCP
PGST	Politique de gestion des substances toxiques	Toxic Substances Management Policy	TSMP
PN	Prairies et Nord	Prairie and Northern	P&N
PPIT	Projet de prompte intervention technologique	Technology Early Action Measures	TEAM
PRDE	Programme de recherche et de développement énergétiques	Program of Energy Research and Development	PERD
PRT	Projet de recherche sur les toxiques	Toxic Substances Research Initiative	TSRI
RCN	Région de la capitale nationale	National Capital Region	NCR
R-D	Recherche-développement	Research and Development	R&D
RELMM	*Règlement sur les effluents liquides des mines de métaux*	Metal Mining Liquid Effluent Regulations	MMLER
RFH	*Règlement fédéral sur les halocarbures*	Federal Halocarbon Regulation	FHR
RIVM	Institut pour l'environnement et la santé publique des	The Netherlands Institute for the Environment	RIVM

	Pays-Bas	and Public Health	
RNSPA	Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique	National Air Pollution Surveillance	NAPS
RRSN	*Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles*	New Substances Notification Regulations	NSNR
SAE	Society of automotive Engineers, maintenant SAE International	Society of automotive Engineers, now SAE International	SAE
SBI	Service des biens et des immeubles	Building and Property Services	BPS
SDO	Substance destructrice de l'ozone	Ozone Depleting Substances	ODS
SAIC	Science Applications International Corporation (auparavant, la DGU du CTE)	Science Applications International Corporation (formerly, EED of ETC)	SAIC
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement	Canadian Mortgage and Housing Corporation	CMHC
SEE	Suivi des effets sur l'environnemental	Environmental Effects Monitoring	EEM
SGE	Système de gestion environnementale (syn. : système de management environnemental [SME])	Environmental Management System	EMS
SM	Spectrométrie de masse	Mass Spectrometry	GC-MS
SMC	Service météorologique du Canada	Meteorological Service of Canada	MSC
SME	Système de management environnemental (v. SGE.)	Environmental Management System	EMS
SPE	Service de la protection de l'environnement	Environmental Protection Service	EPS
TPSGC	Travaux publics et Services gouvernementaux	Public Works and Government Services Canada	PWGSC
TSEI	Technologies et systèmes environnementaux des immeubles	Building Technologies and Environmental Systems	BTES
USDA	United States Department of Agriculture (ou ministère de l'Agriculture des États-Unis)	United States Department of Agriculture	USDA
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency	U.S. Environmental Protection Agency	USEPA
VTT	Véhicule tout-terrain	All-terrain Vehicle	ATV